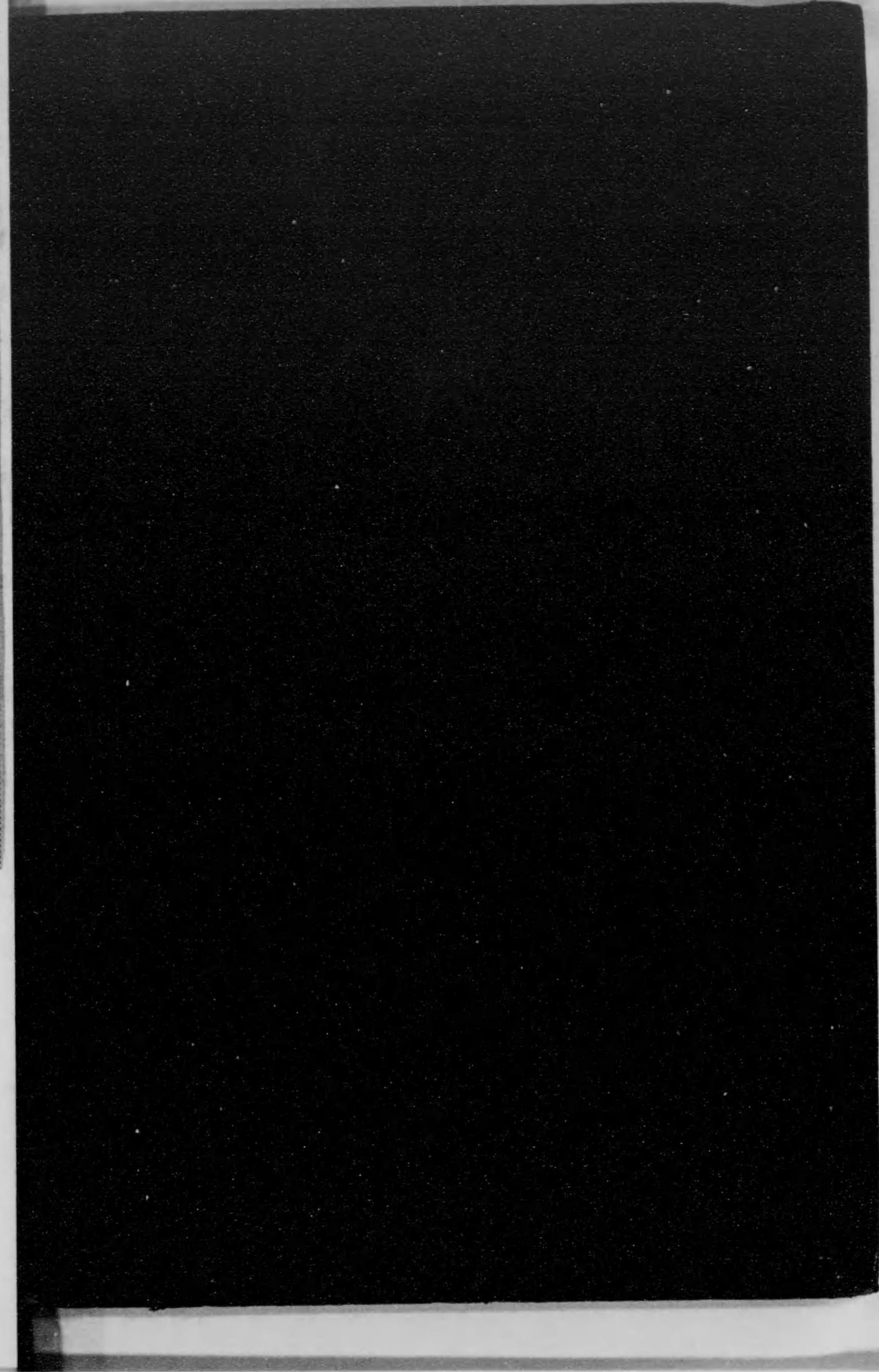
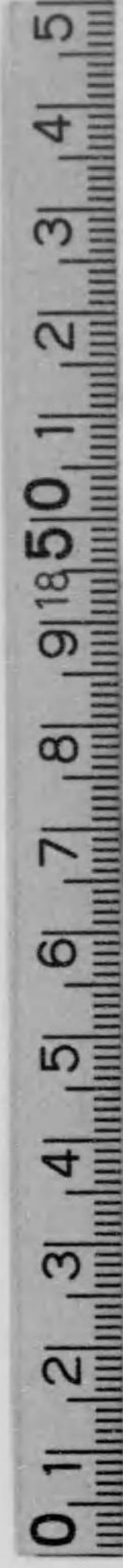




始



14.5
159

商 工 省

中央度量衡検定所報告追録

溫度計に関する調査

第 一 輯

大正十四年四月刊行



本書ハ内地製温度計在來ノモノ、内熱作用其ノ他ノ原因ニ依リ差狂等生スルモノアルカ爲メ之レカ原因並ニ改良方法ニツキ大正十三年二月ヨリ商工技師的場柄哉及商工技手和泉正光ヲシテ調査セシメ其ノ結果ヲ編纂シタルモノナリ

大正
15. 1. 16
内交

目 次

	頁 目
第一章 體温計屈折面の形狀 に就て.....	1 次
第一節 棒狀體温計の屈折面の 形狀.....	1
第二節 棒狀體温計の切斷面の 形と水銀糸擴大との關 係.....	8
第三節 切斷面の縞に就て。附 縞の形狀より硝子卷取 の狀態を判別する事.....	24
第四節 英國製A體温計の型.....	33
第五節 硝子種卷取法及び螺旋 形スチの變位.....	34
第六節 硝子種の大きさと型の 大きさとの關係.....	43
第七節 棒狀體温形の型の角度 の限界.....	47
第二章 平型體温計毛細管の	

		切斷面の形狀に就て	56
目次	第一節	毛細管切斷面の形狀	56
	第二節	乳色硝子の大きさの制限	66
	第三章	溫度計毛細管孔の形狀・大きさ及び球部の大小	68
	第一節	棒狀體溫計の毛細管孔の形狀	68
	第二節	橢圓形毛細管孔の製法	73
	第三節	毛細管孔の橢圓形なる利益	77
	第四節	體溫計毛細管孔の直徑の算出	81
	第五節	平型體溫計球部の大小	87
目次	第四章	英國製 A 體溫計に就て	92
	第一節	緒言	92

	第二節	英國製 A 體溫計の硝子	92
	第三節	英國製 A 體溫計球部の壁の厚さ	96
	第四節	アルカリ遊離試験	99
	第五章	平型體溫計破損箇所とストレージとの關係	100
	第一節	緒言	100
	第二節	平型體溫計の破損箇所	100
	第三節	平型體溫計の頭部製作時の熱及びストレージの分布状態	103
	第四節	刻度板の影響	113
	第五節	體溫計の破損を減少せしむる方法	118
	第六節	日本製品と獨逸製品との比較	122
	第七節	切斷面扁平なる硝子管の破損	122
	第六章	溫度計の硝子は光學	

	的に結晶體の性質を 有す	127
目	第七章 温度計のアルカリ遊 離に就て	131
次	第一節 遊離アルカリによる示 の不明瞭に就て	131
	第二節 體温計に滲出せる遊離 アルカリの顯微鏡寫眞	132
	第三節 アルカリ遊離とストレ ーンとの關係	139
	第四節 平型體温計及び二重管 温度計の遊離アルカリ の檢出方法	147
	第五節 棒狀體温計及び棒狀温 度計のアルカリ遊離試 驗	150
四	第六節 體温計を破壊せずして アルカリ遊離試験を行 ふ方法	152
	第七節 體温計及び温度計のア ルカリ遊離試験の標準	

	を定むること	153
第八節	體温計の水銀球部内面 の遊離アルカリの檢出	155
第九節	温度計體温計の經年變化と アルカリ遊離との關係	158
第十節	毛細管孔内のアルカリ 遊離による水銀の上昇	166
第十一節	硝子の收縮による水 銀上昇とアルカリ遊離 による水銀上昇とを見 分ける法	174
第十二節	經年變化と温度計使 用回数との關係	179
第十三節	温度計に生じたる經 年變化の値をアルカリ 遊離によるものとして 算出したる水銀上昇と 硝子の收縮によるもの として算出したる水銀 上昇との比較	186
第八章	檢定證印に就て	209

目次
五

第一節 検定證印に就て.....209

第二節 獨逸の検定證印に就て211

第三節 腐蝕面のキメの細さ212

第四節 検定證印の銀付け法214

第五節 検定證印黑色着色法215



温度計ニ關スル調査
 商工技師 的 場 軻 哉
 商工技手 和 泉 正 光

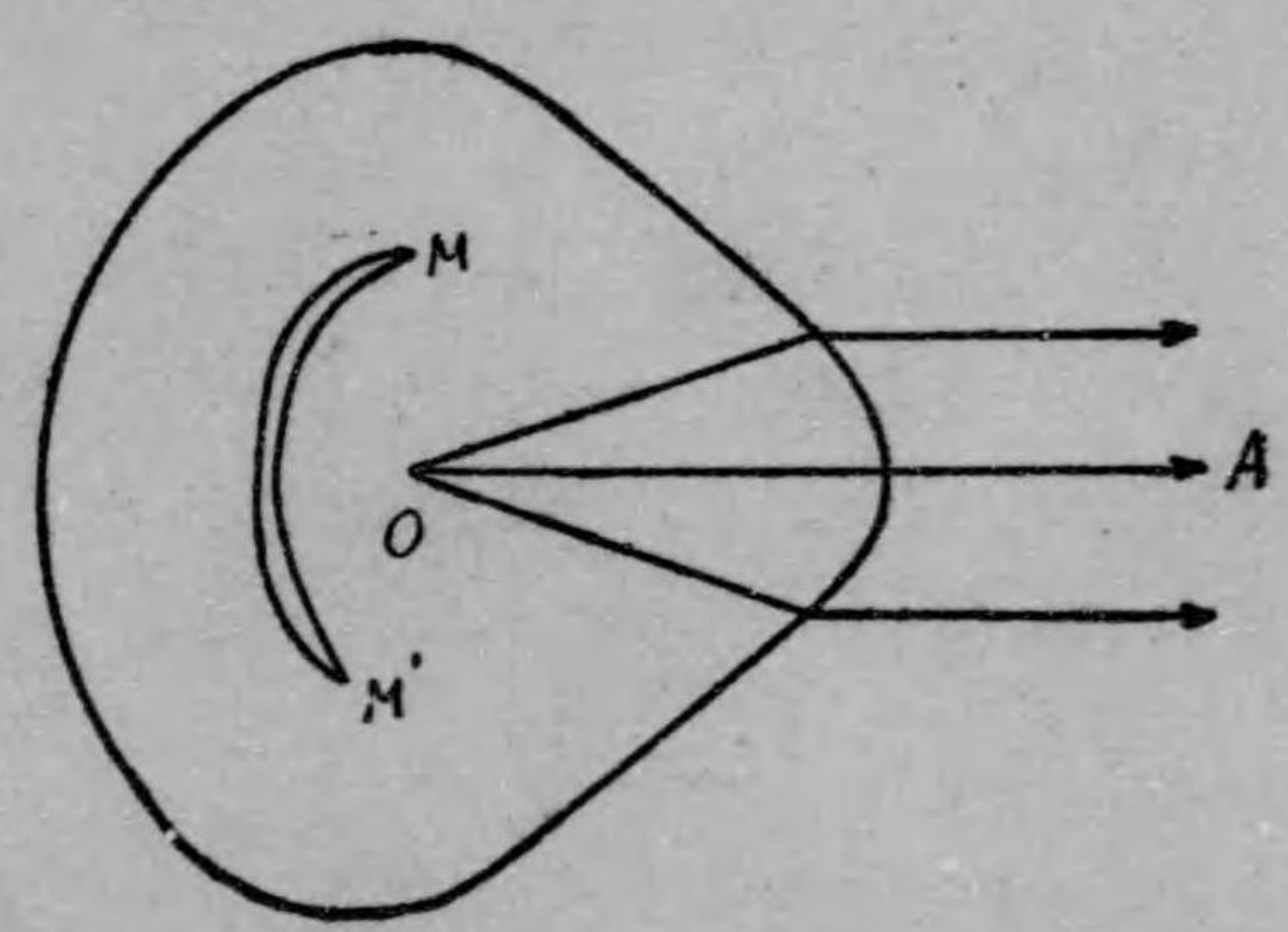
温度計ニ關スル調査

第一章
 體温計屈折面の形狀に就て
 第一節
 棒狀體温計の屈折面の形狀

棒狀體温計の切斷面の形狀は英國製品、獨逸製品、日本製品に於て其の形同一ならずして英國製品各種は相互に類似の形狀を有し、獨逸製品各種は又相互に類似の形狀を有すれども、日本製品は各種區々の形狀を有す。而して其の形狀を理論的に定めたるものなし。

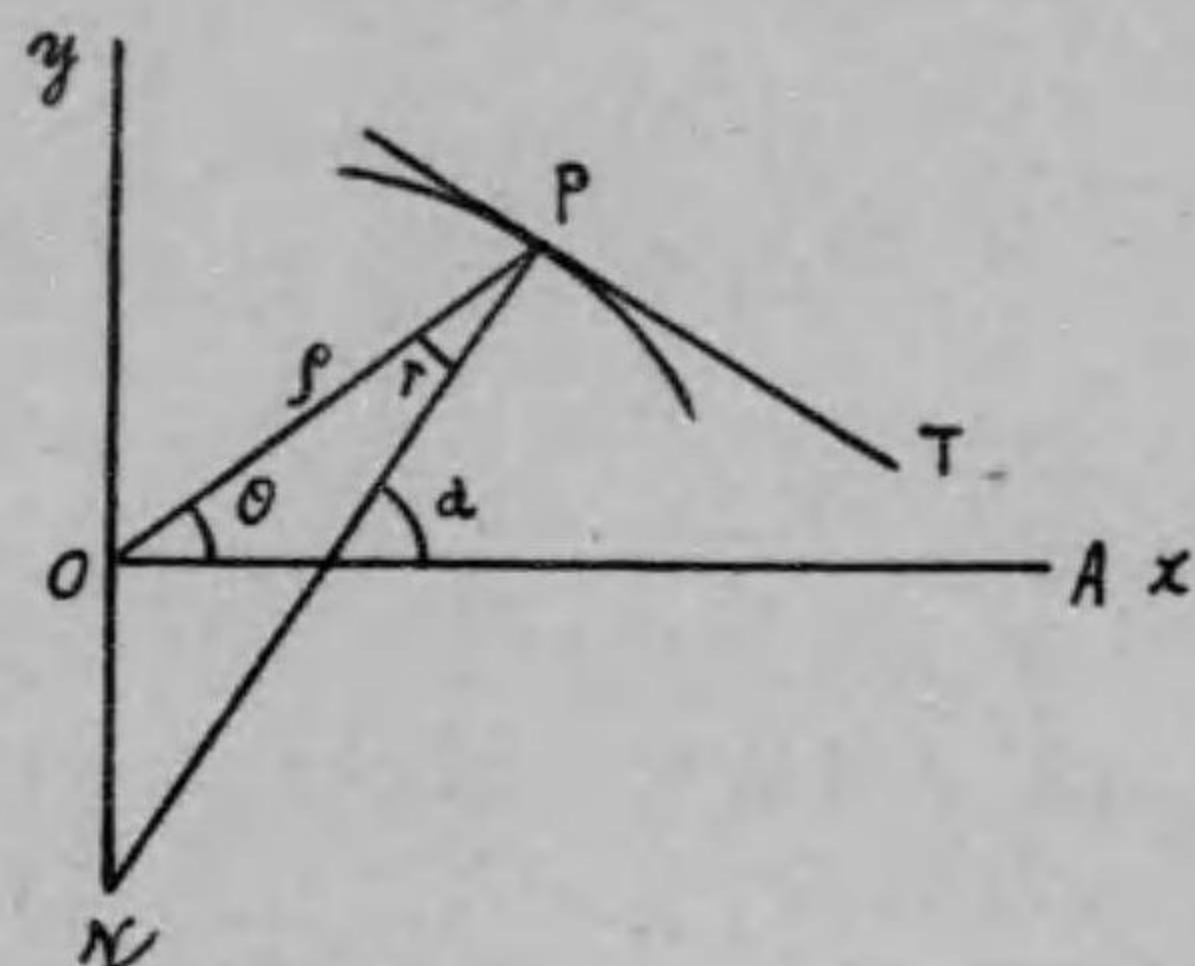
以下説明する所のものは毛細管孔を點と見做して其の像が最も幅廣く見ゆるには屈折曲の切口の形を如何様の曲線にすべきかにつきて調査せるものなり。

次圖を以て體温計の切口を示す。Oは毛細管孔、M



M は乳色硝子とす。 A より O に向つて示度を讀むものとす、今 O を點と見做したる場合に、 O の像が最も幅廣く見ゆる爲には O より出たる光線が硝子の表面を出たる後 OA に平行すれば可なり。

一般的に曲線の法線と *Radius Vector* との間の角の正切を與ふる式を擧ぐれば



上圖中 O を *Pole*, OA を *Initial line*, P の *Polar co-ordinates* を (ρ, θ) , PT は切線 PN は法線, OA を x 軸, O に於ける OA の垂線 Oy を y 軸とし, P の坐標を (x, y) とす。

然かる時は

$$x = \rho \cos \theta, \quad y = \rho \sin \theta.$$

P を通る曲線の方程式を $\rho = \varphi(\theta)$ とし, P に於ける切線 PT の方向係数は dy/dx にて, P に於ける法線 PN の方向係数は $\tan \alpha$ にて

$$\tan \alpha = -\frac{1}{\frac{dy}{dx}} = -\frac{dx}{dy}$$

なり。 x, y は曲線上に於ては θ の函数なる故に

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= -\frac{dx}{dy} = -\frac{\frac{dx}{d\theta}}{\frac{dy}{d\theta}} = -\frac{d(\rho \cos \theta)}{d(\rho \sin \theta)} \\ &= -\frac{\frac{d\rho}{d\theta} \cos \theta - \rho \sin \theta}{\frac{d\rho}{d\theta} \sin \theta + \rho \cos \theta} \dots \dots \dots (1) \end{aligned}$$

然るに圖の上にて知らるゝ如く

$$\tan \theta = \frac{y}{x} \dots \dots \dots (2)$$

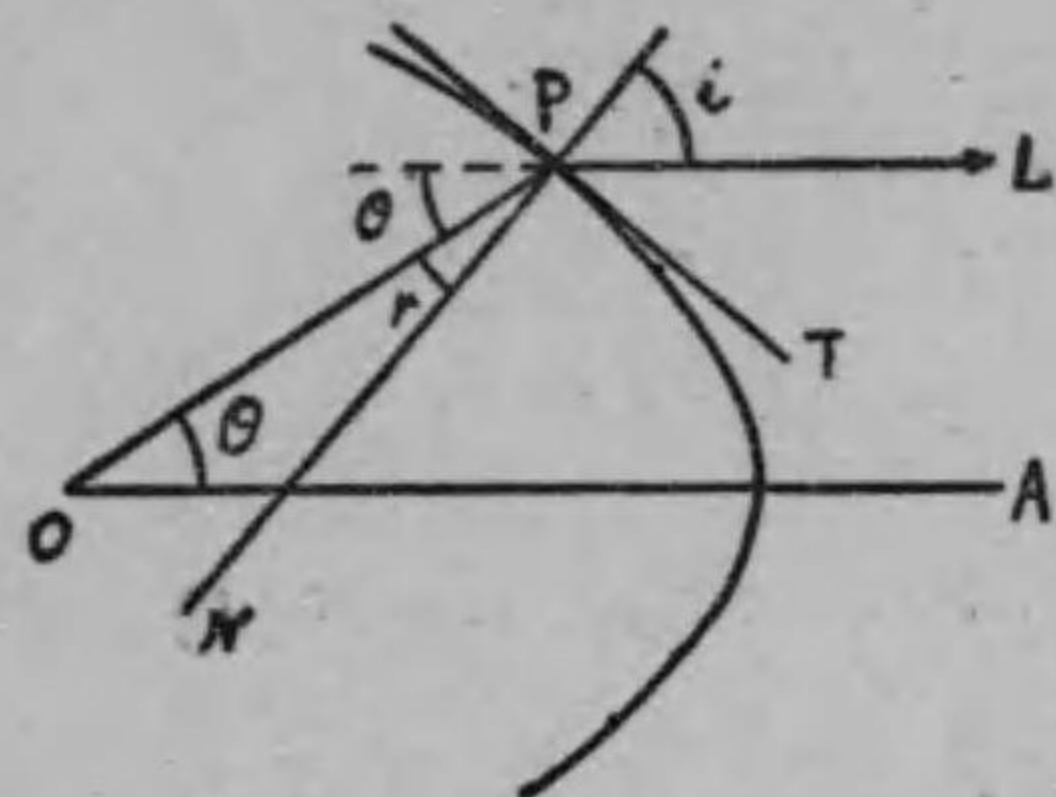
而して

$$\tan \alpha = \tan(\alpha - \theta) = \frac{\tan \alpha - \tan \theta}{1 + \tan \alpha \tan \theta}$$

此式に(1)及び(2)式を代入して

$$\begin{aligned} \tan \alpha &= \frac{\frac{\frac{d\rho}{d\theta} \cos \theta - \rho \sin \theta}{\frac{d\rho}{d\theta} \sin \theta + \rho \cos \theta} - \frac{\sin \theta}{\cos \theta}}{1 - \frac{\frac{d\rho}{d\theta} \cos \theta - \rho \sin \theta}{\frac{d\rho}{d\theta} \sin \theta + \rho \cos \theta} \frac{\sin \theta}{\cos \theta}} \\ &= \frac{-(\cos^2 \theta + \sin^2 \theta) \frac{d\rho}{d\theta} - \frac{d\rho}{d\theta}}{(\cos^2 \theta + \sin^2 \theta) \rho} = -\frac{d\rho}{d\theta} \\ \tan \alpha &= -\frac{d\rho}{\rho} \dots \dots \dots (3) \end{aligned}$$

さて温度計の切口については



左圖中Oは毛細管孔にしてPoleとす, OAは光線の出で行く方向にてInitial lineとす, Pは表面上の一點とし其の坐標を (ρ, θ) とす, PTは切線, PNは法線とす。

Oより出てPに達したる光線が表面のために屈折してPLに進む, PLはOAに平行なり。然る時は圖上にて知らるゝ如く

$$i = r + \theta$$

なる故に

$$\sin i = n \sin r$$

なる屈折の法則(nは硝子の屈折率)中に代入すれば

$$\sin(r + \theta) = n \sin r$$

此れより

$$\tan r = \frac{\sin \theta}{n - \cos \theta}$$

を得。此れに(3)式を代入すれば

$$-\frac{d\rho}{\rho} = \frac{\sin \theta}{n - \cos \theta}$$

となり此れを書き直して

$$\frac{d(\log \rho)}{d\theta} = -\frac{\sin \theta}{n - \cos \theta}$$

$$\log \rho = -\int \frac{\sin \theta}{n - \cos \theta} d\theta + \text{constant}$$

$$= -\int \frac{\frac{d}{d\theta}(n - \cos \theta)}{n - \cos \theta} d\theta + \text{constant}$$

$$= -\log(n - \cos \theta) + \text{constant}$$

故に

$$\rho = \frac{\text{constant}}{n - \cos \theta} = \frac{C}{1 - \frac{1}{n} \cos \theta} \dots \dots \dots (4)$$

Cは常數なり。

此の(4)式を見ればPoleが焦點にて $\frac{1}{n}$ が離心率である所の橢圓を表はす。

作圖及び計算上の便利のために今之を直角坐標に書き直せば

$$\rho = \sqrt{x^2 + y^2}, \quad \cos \theta = \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}$$

を代入して

$$\sqrt{x^2 + y^2} = \frac{C}{1 - \frac{1}{n} \frac{x}{\sqrt{x^2 + y^2}}}$$

を得。此れを簡單にして

$$(n^2 - 1)x^2 - 2Cnx - C^2n^2 + n^2y^2 = 0$$

Cnは又常數なる故にKにて表はし

$$(n^2 - 1)x^2 - 2Kx - K^2 + n^2y^2 = 0$$

を得。此れを書き直して

$$(n^2-1)\left(x-\frac{K}{n^2-1}\right)^2+n^2y^2=\frac{n^2K^2}{n^2-1}$$

$$\frac{\left(x-\frac{K}{n^2-1}\right)^2}{\frac{n^2K^2}{(n^2-1)^2}}+\frac{y^2}{\frac{K^2}{n^2-1}}=1\cdots\cdots(5)$$

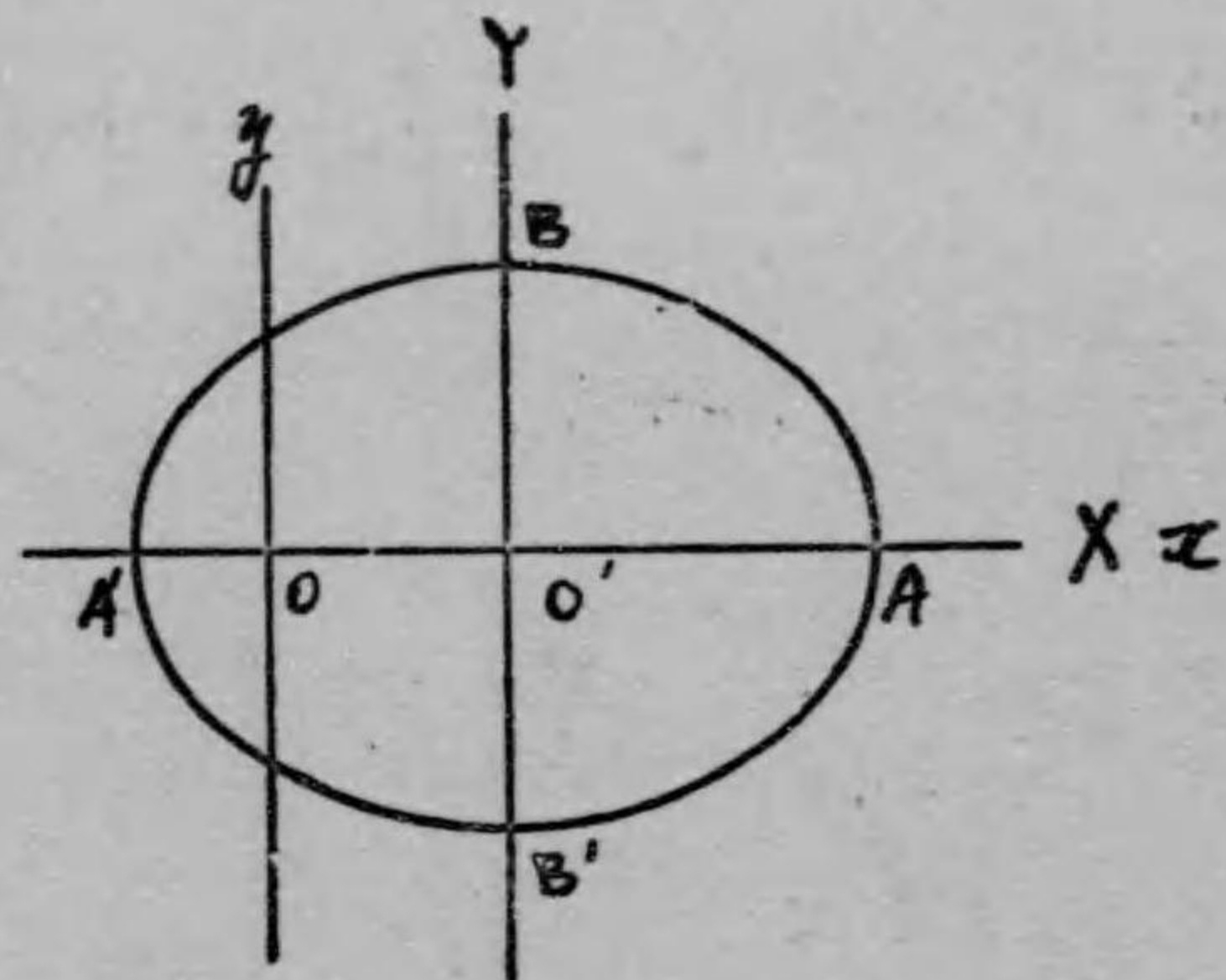
原点を $\left(\frac{K}{n^2-1}, 0\right)$ に移し

$$x=X+\frac{K}{n^2-1}$$

$$y=Y$$

を代入すれば

$$\frac{X^2}{\frac{n^2K^2}{(n^2-1)^2}}+\frac{Y^2}{\frac{K^2}{n^2-1}}=1\cdots\cdots(6)$$



六

上圖の楕圓の中心を O' とし

$$OO'=K/(n^2-1)$$

長軸及び短軸の半分を夫々 a, b とすれば

$$a=\frac{nK}{n-1}, \quad b=\frac{K}{\sqrt{n^2-1}}$$

O' より焦點までの距離は $\sqrt{a^2-b^2}$ にて

$$\sqrt{a^2-b^2}=\sqrt{\left(\frac{n^2K^2}{(n^2-1)^2}-\frac{K^2}{n^2-1}\right)}=\frac{K}{n^2-1}=OO',$$

となる故に O は焦點なり。

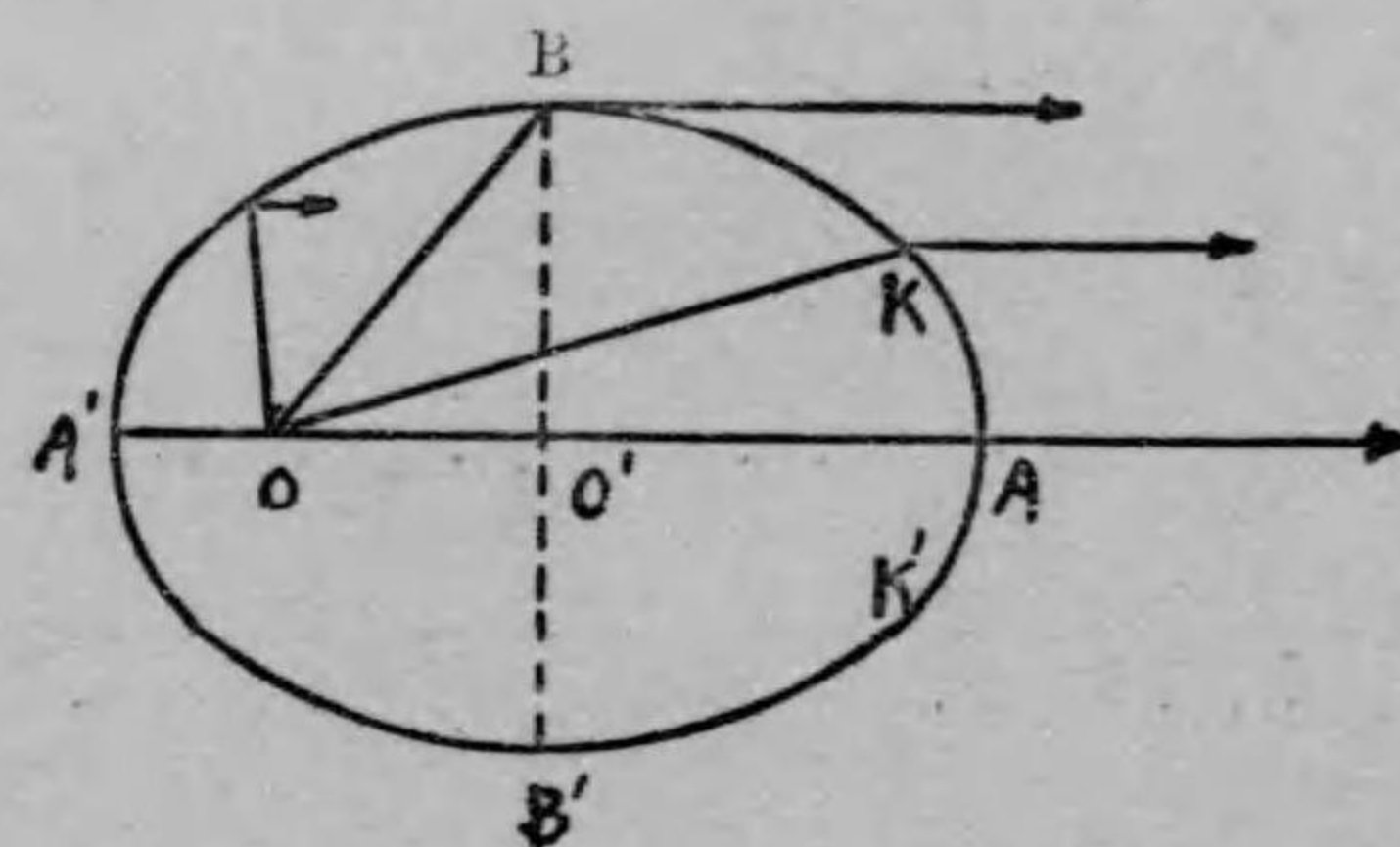
今硝子の屈折率 n を 1.5 として計算すれば

$$a=\frac{1.5}{1.25} \times constant = 1.2 \times constant$$

$$b=\frac{constant}{\sqrt{1.25}} = 0.9 \times constant$$

$$OO'=\frac{constant}{1.25} = 0.8 \times constant$$

此等の値を以て作圖すれば次圖に示す如き楕圓を得。

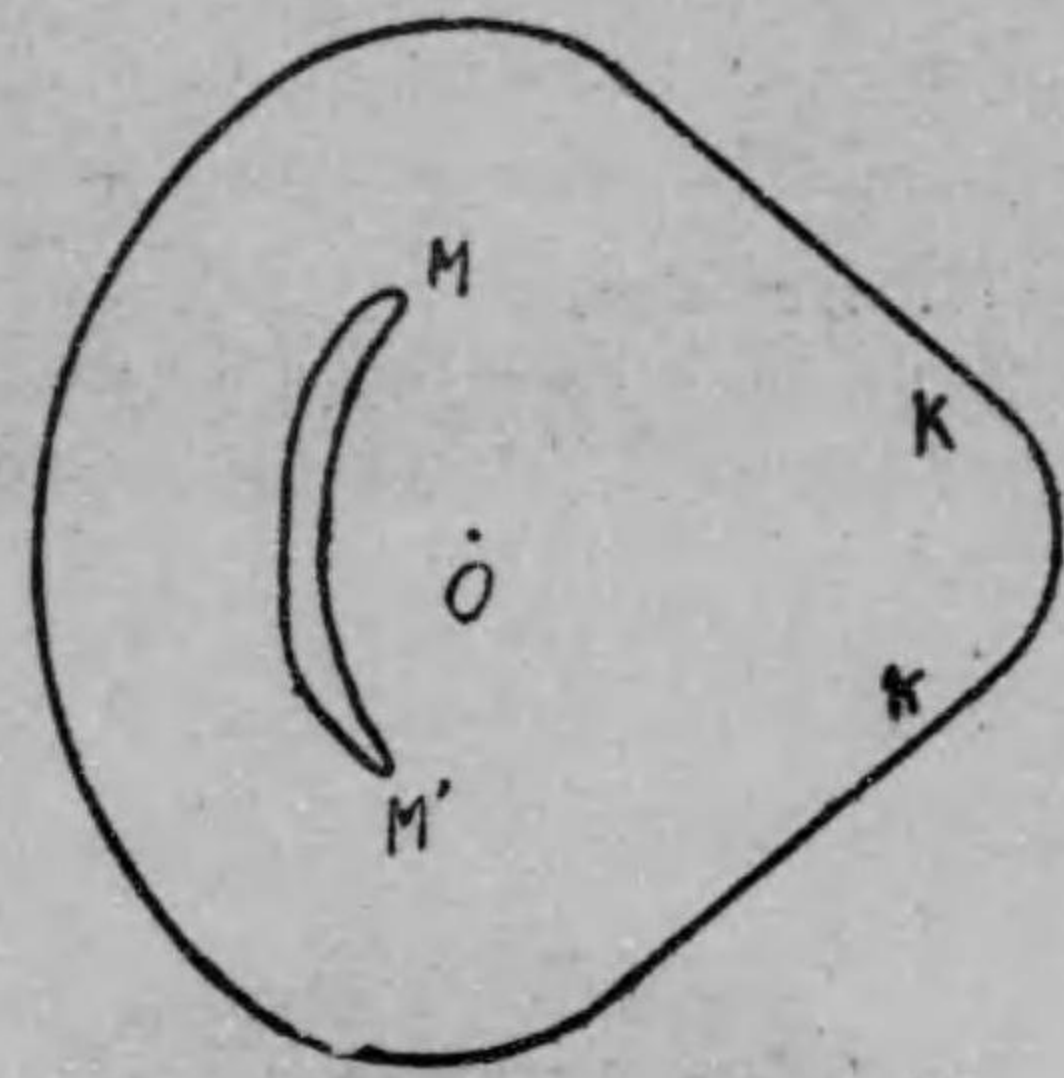


七

O' は楕圓の中心, O は毛細管孔に相當する焦點なり, BA'
 B' の部分にては O より出たる光線は全反射をなす, BA
 B' の部分にては B, B' に近き部分は重要ならざるに依り

て KAK' 附近の所までを取りて他は目盛の都合及び全體の形を調へるために適當なる形としてよきものと思ふ。而して普通目盛を刻するには其の部分が平面なる事を便利とするが故に K, K' より A の外方は或る部分を直線となし置けばよろし。

今斯様にして屈折面として必要なる部分を KAK' と見做して他を適當なる形になせるものを次圖に示す。



第二節

棒狀體温計の切斷面の形と

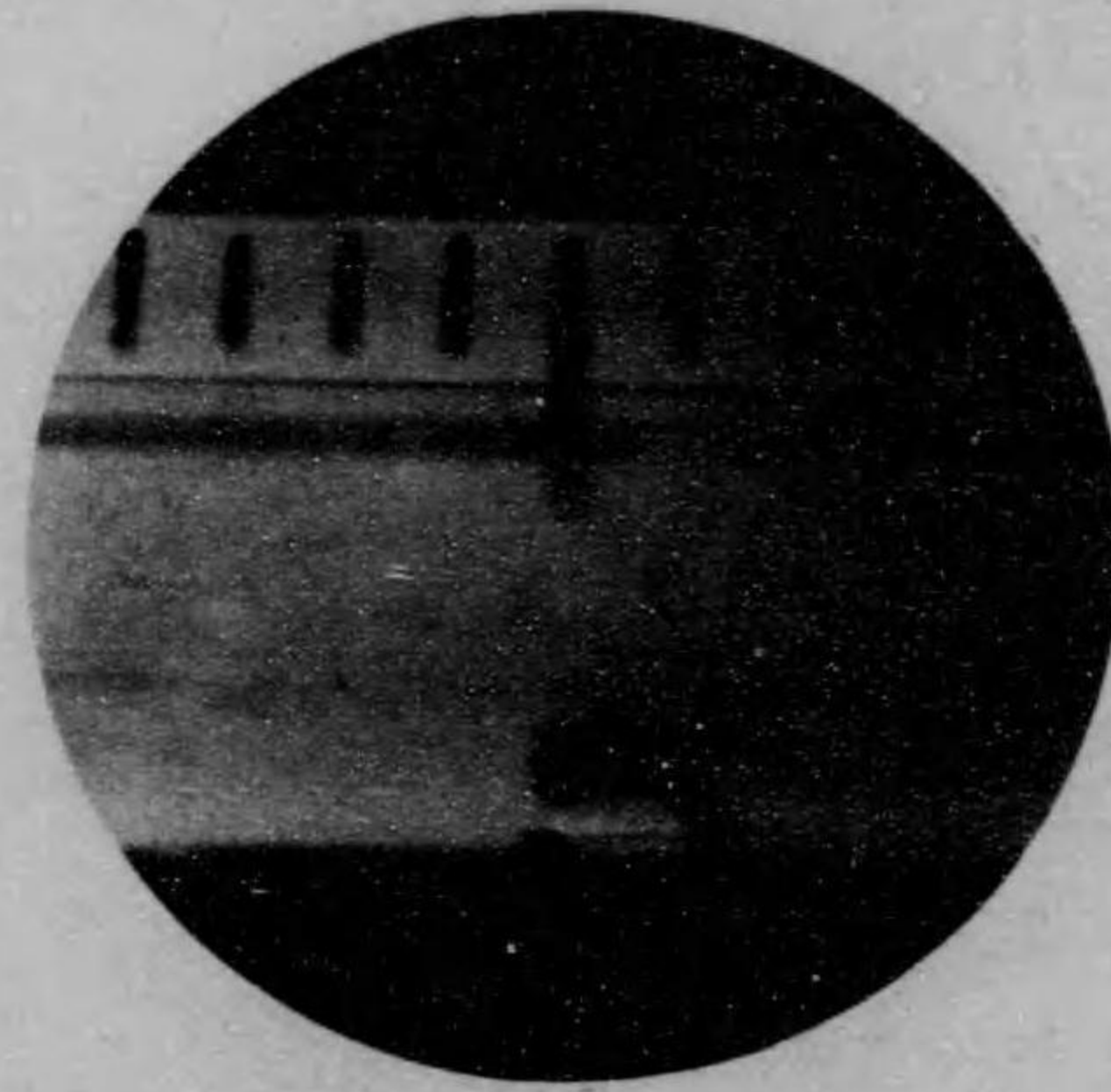
水銀糸擴大との關係

本節に擧ぐる所は前節に述べたる橢圓が屈折面として水銀糸を擴大して見るに適せるや否やを驗せしものにて其の結果は全くよく實際にあてはまる事を證明

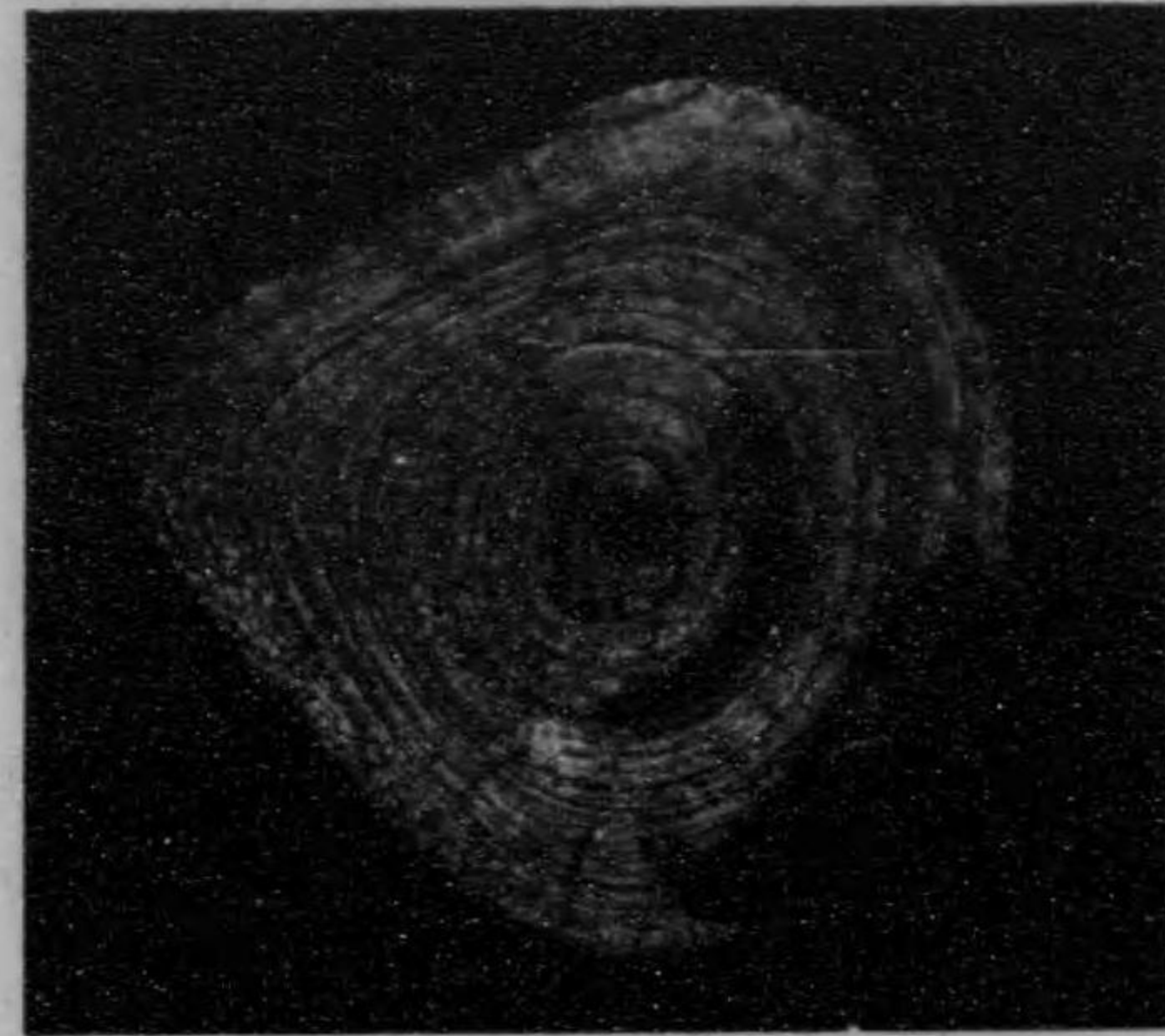
第一圖
英國製 A
切斷面



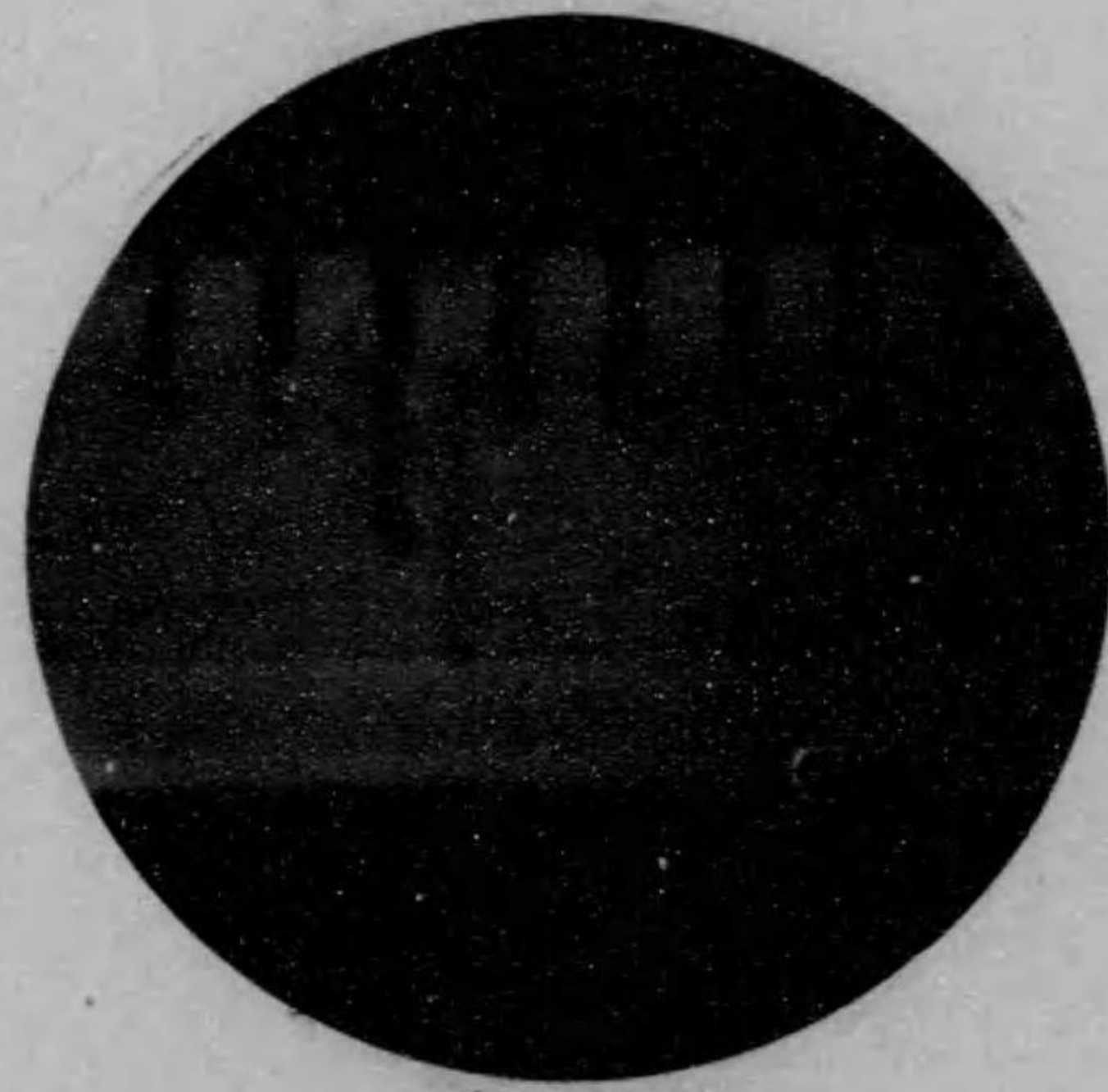
水銀糸



第二圖
英國製 B
切 斷 面



水 銀 糸

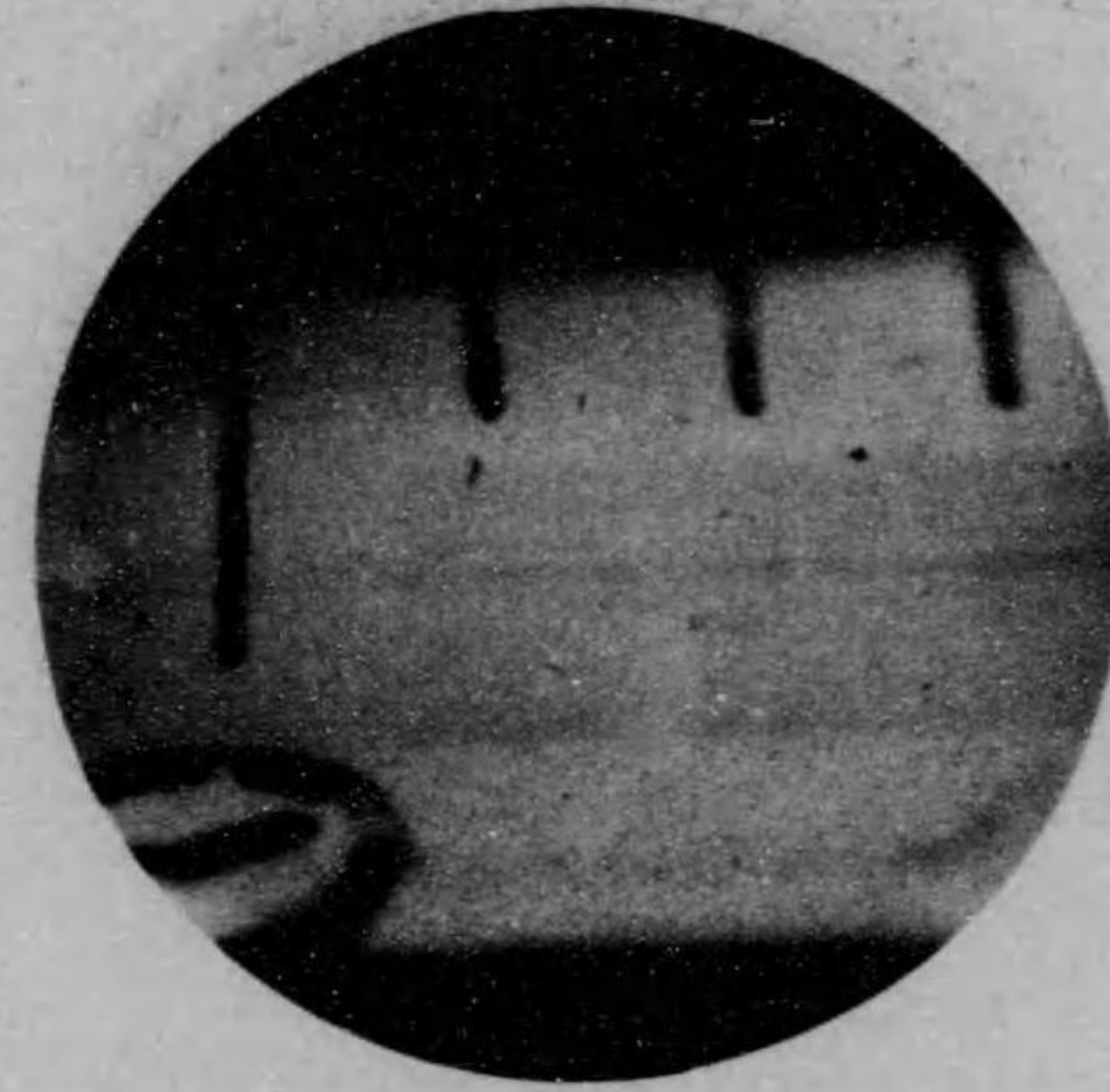


10

第三圖
獨逸製 A
切 斷 面



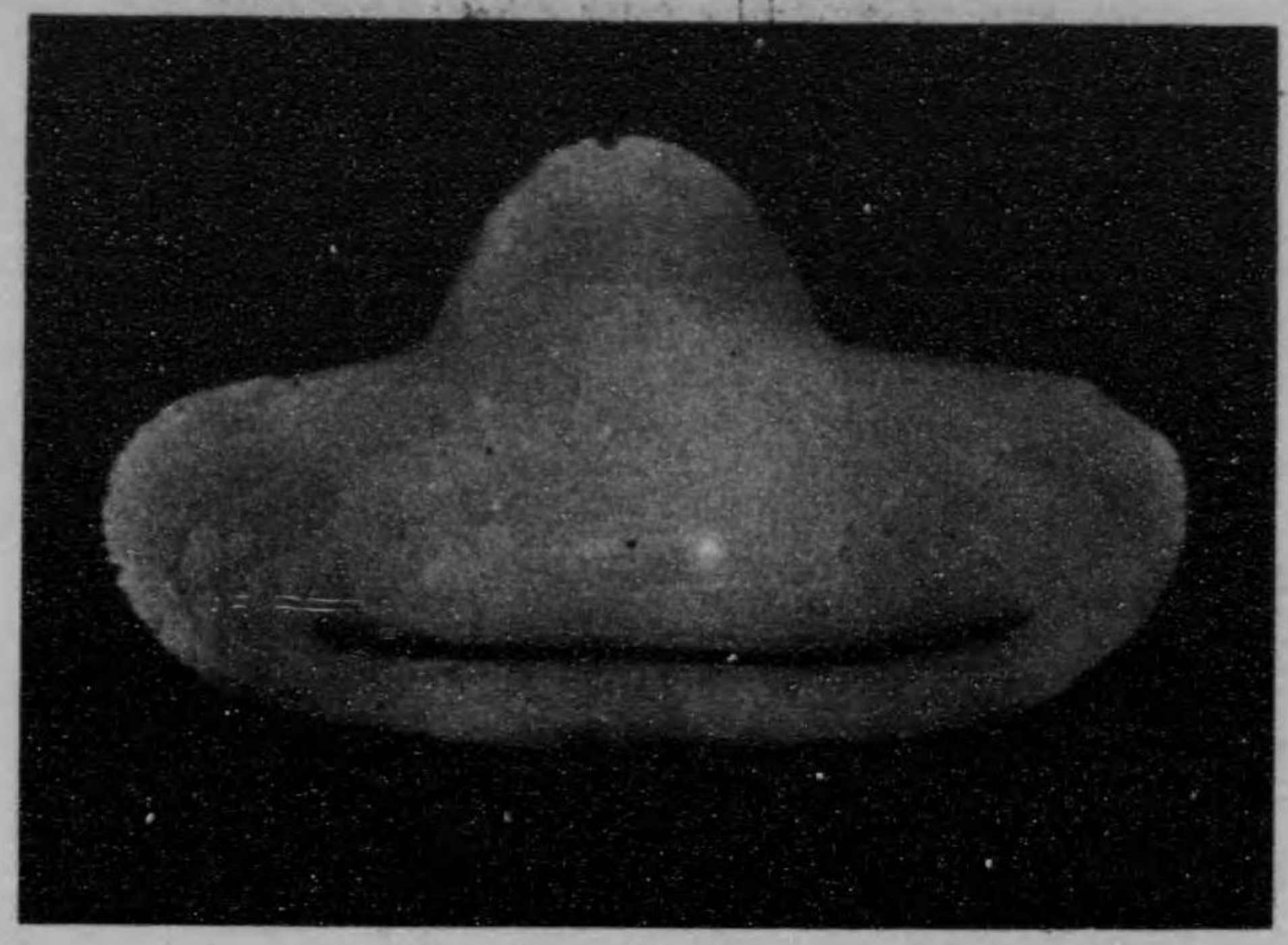
水 銀 糸



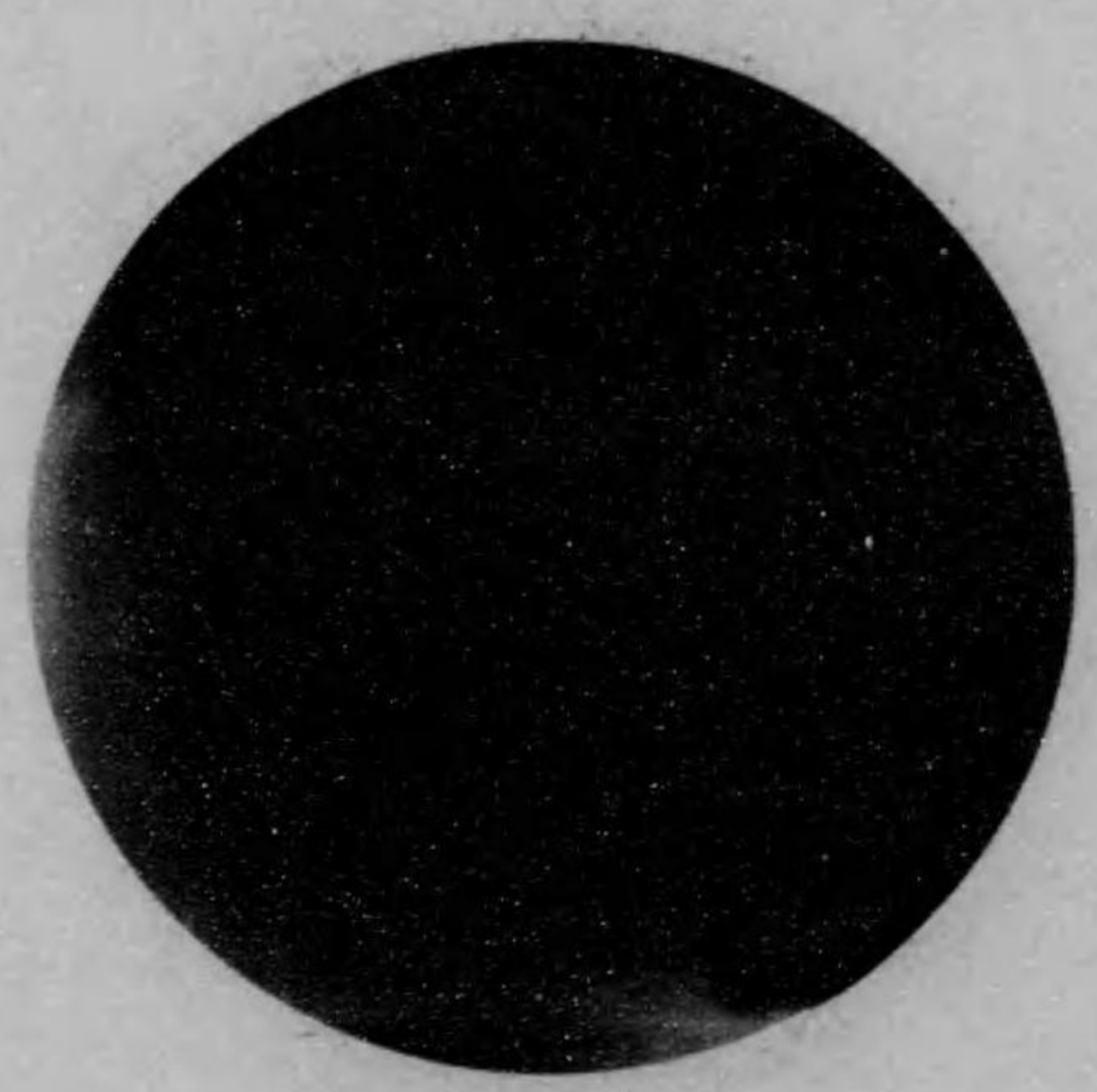
11

11

第 四 圖
日 本 製 A
切 斷 面



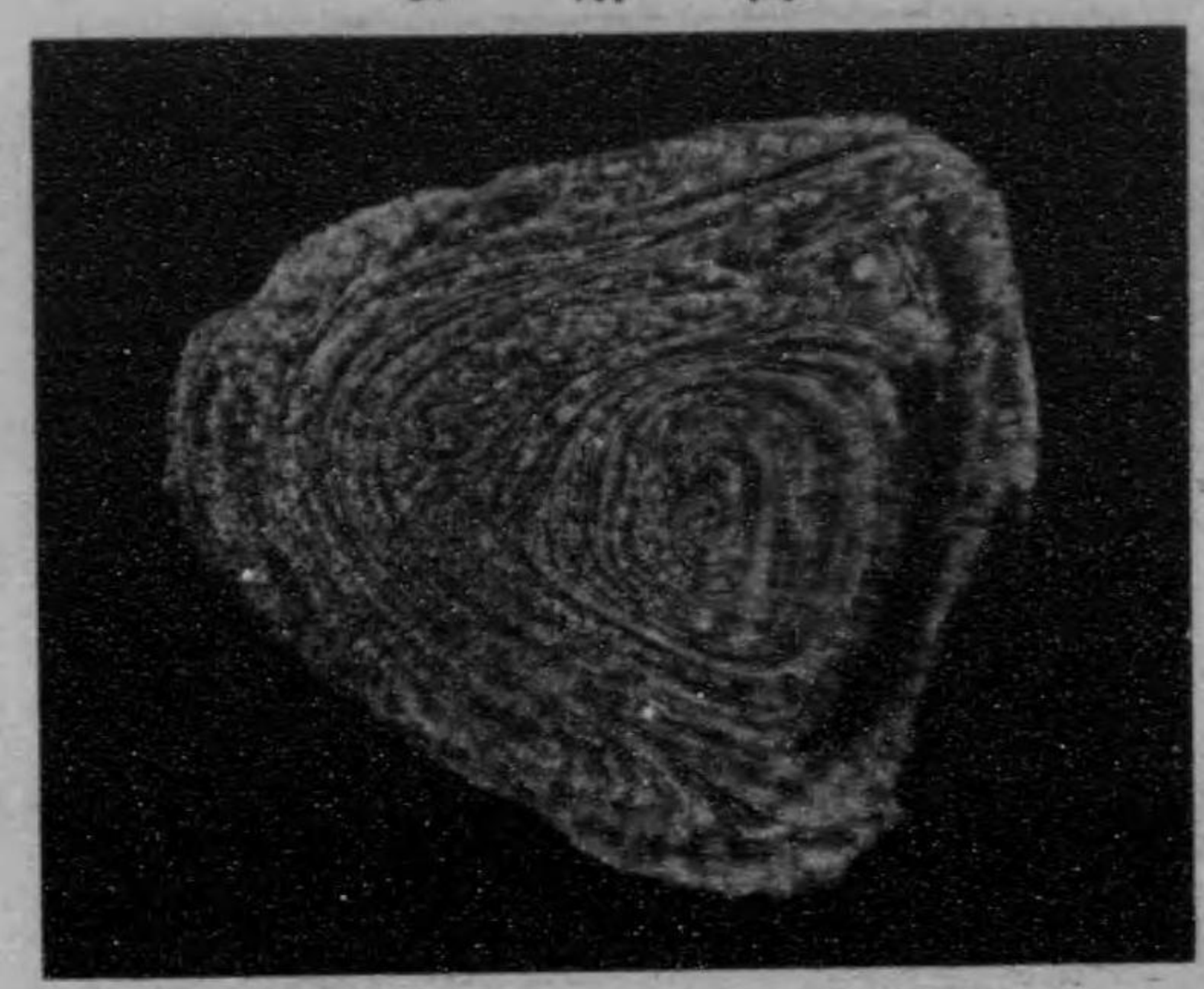
糸 銀 水



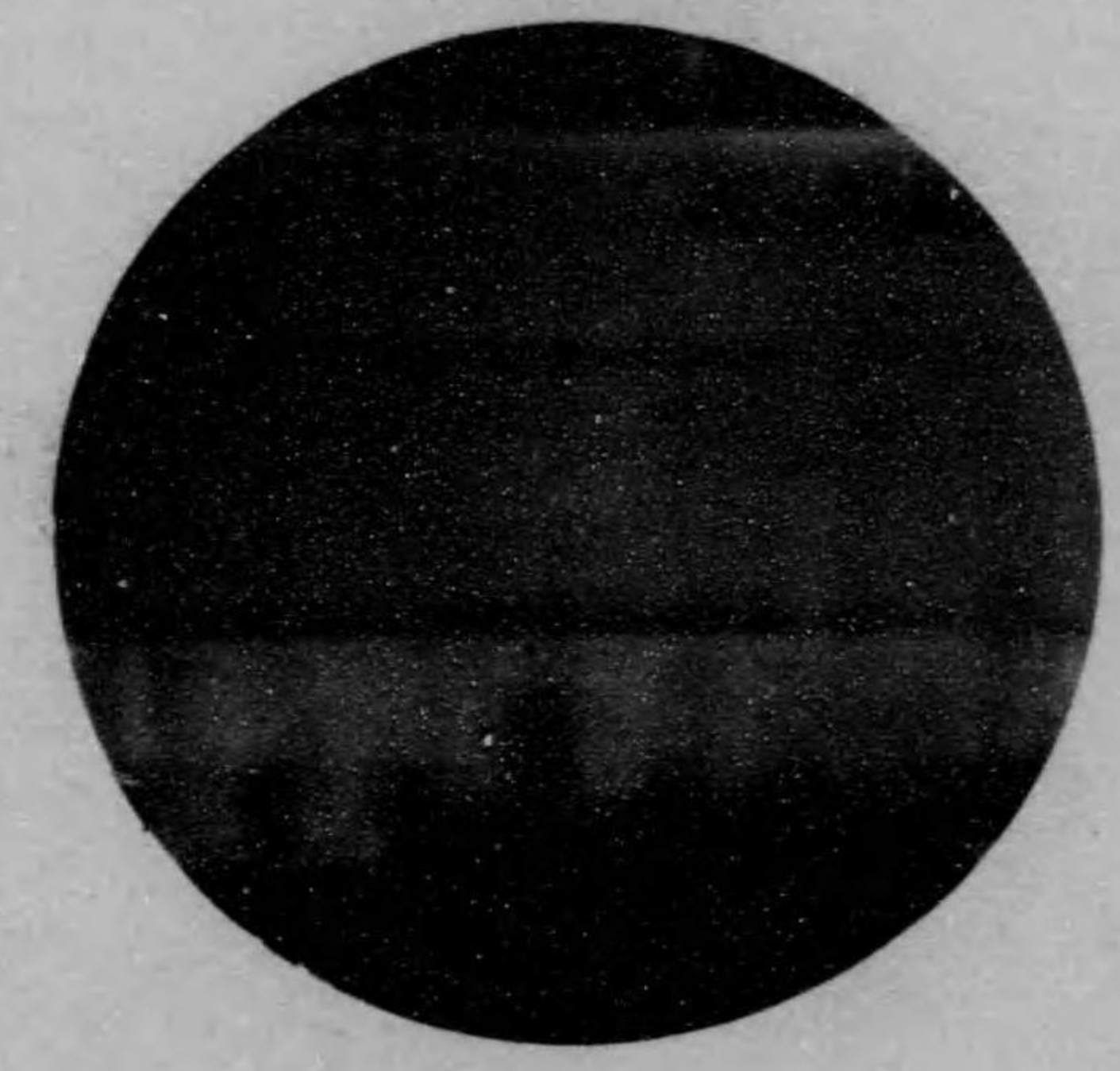
111

111

第 五 圖
日 本 製 B
切 斷 面



水 銀 糸



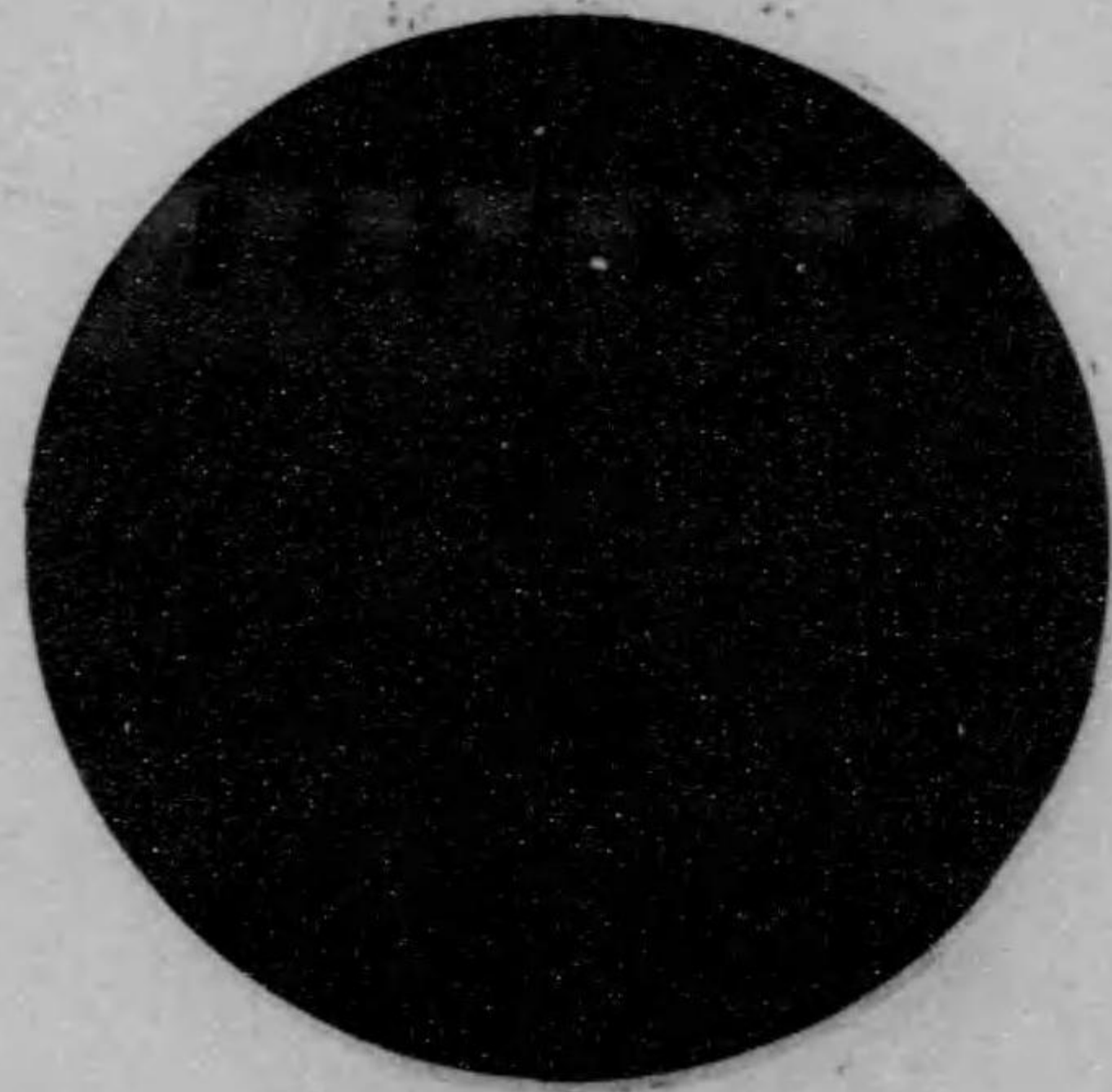
111

111

第六圖
日本製 C
切 斷 面



水 銀 糸



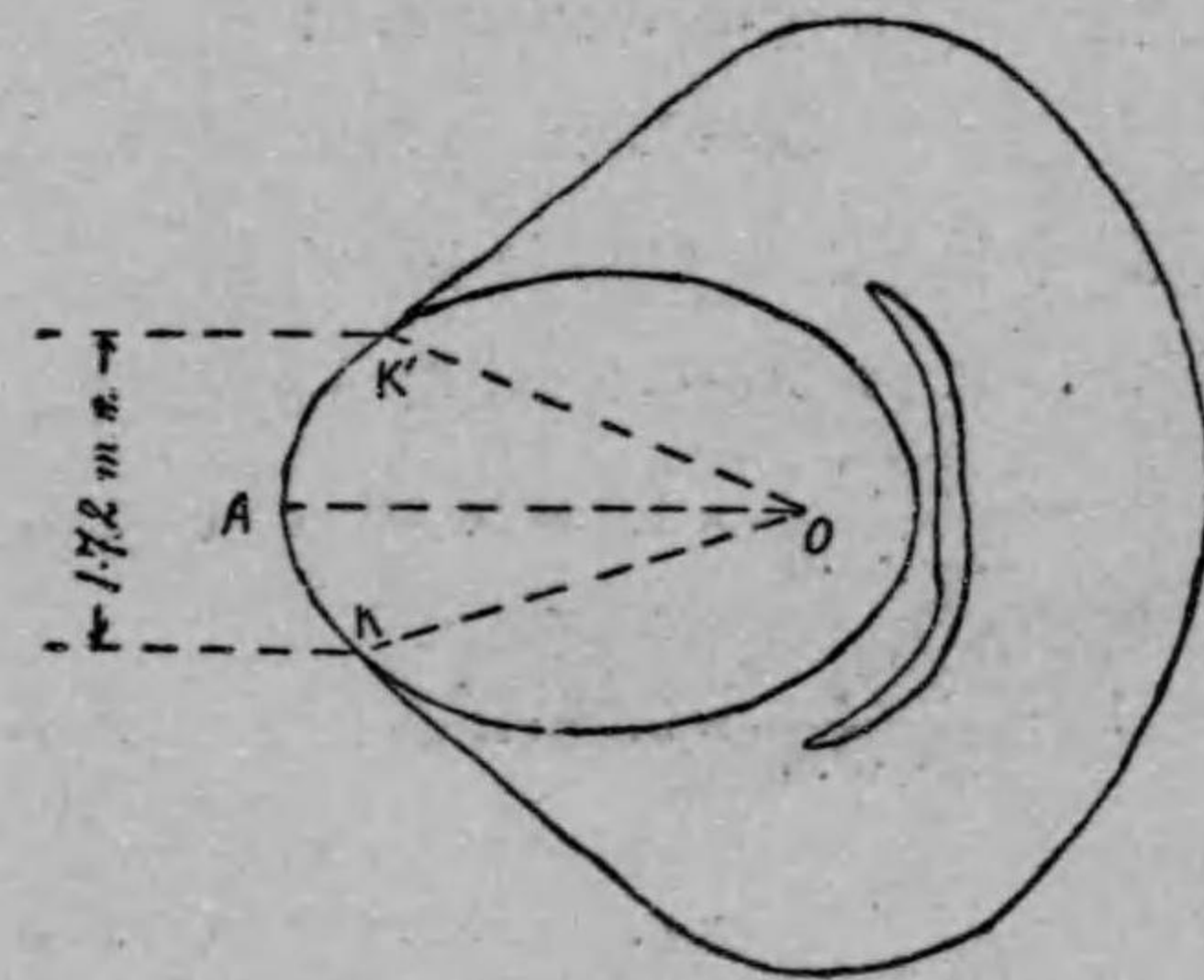
し得たり。

寫真中切断面として示したるものは棒状體温計の切断面にて、水銀糸として示したるものは切断面として示したるものと同じものの水銀糸を見たるものなり。

第一圖より第六圖までに示す寫眞の形を描寫して屈折面と水銀糸擴大との關係を説明す。切断面として示したる圖中Oは毛細管孔にて此のOを焦點とし前節に記述せる如き硝子の屈折率を 1.5 として計算したる橢圓がOより最も離れたる切口の一點Aまでの距離OAを長軸の半分とO O' (O'は橢圓の中心)との和として作圖し、切断面の輪廓との接せる部分をK A K'にて示し、Oより出たる光線がK A K'の間にてOAの方向に屈折し、OA線よりK及びK'に到る距離の和に等しき幅に(水銀糸として示したる寫眞)水銀糸が擴大され居る事を驗せり。

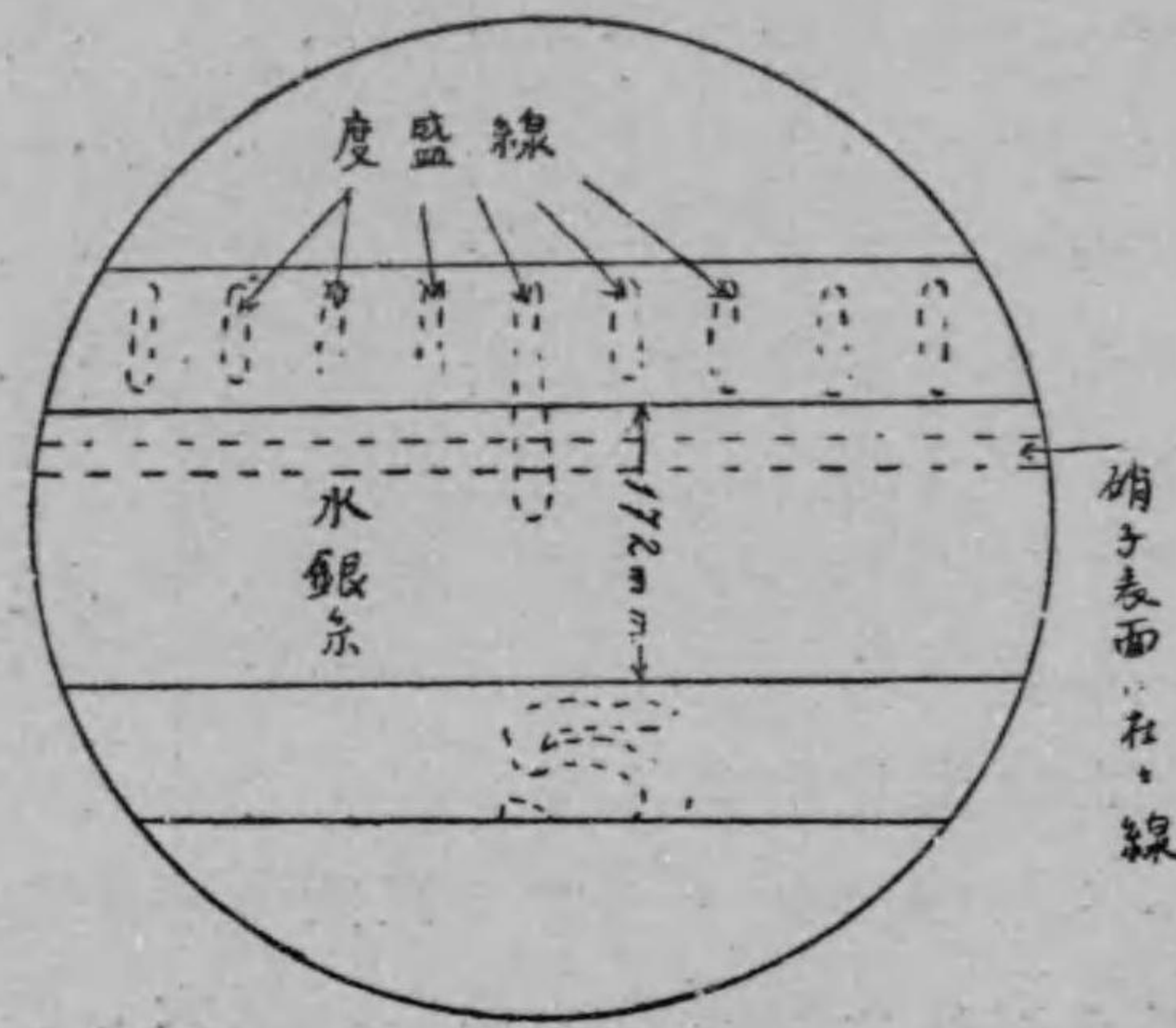
温度計ニ關スル調査

英國製 A
切 斷 面



写真の倍率は切断面及び水銀系の両方に於て全部同一なるものなり。

水 銀 系



温度計ニ關スル調査

切断面の楕圓の作圖法。第一節によりて

$$\text{長軸の半分 } a = 1.2 \times \text{constant}$$

$$\text{短軸の半分 } b = 0.9 \times \text{constant}$$

$$OO' = 0.8 \times \text{constant}$$

を使用し切断面中 OA は $OA = a + OO'$ にて圖上に於

て實測の値は 28.0 ミリメートルなり。故に

$$a = \frac{28.0}{1.2 + 0.8} \times 1.2 = 16.8 \text{ ミリメートル}$$

$$b = \frac{28.0}{1.2 + 0.8} \times 0.9 = 12.6 \text{ ミリメートル}$$

$$OO' = \frac{28.0}{1.2 + 0.8} \times 0.8 = 11.2 \text{ ミリメートル}$$

一六

$$2OO' = 22.4 \text{ ミリメートル}$$

此の 2OO' の長さが見出されたる故に O の他の焦點を定むる事を得。二つの焦點と長軸の長さとをすれば楕圓を作圖する事を得。

斯様にして作圖せる楕圓と切断面とは K A K' 部に於て全く一致し居る事を見る。OA より K 及び K' に到る距離の和は實測上 17.2 ミリメートルにて水銀系の方の寫真にて測る時は 17.2 ミリメートルを得て全く一致する事を見出せり。

以下に示す所の英國製 B。獨乙製 A。

日本製 A。日本製 B。日本製 C。各種體溫計切断面上の楕圓の作圖を述べ圖を後にし出せり。

英 國 製 B

切断面上の楕圓の作圖法は英國製 A の場合と全く同様にして以下のものに於ても亦同様なり。

$$OA = 29.0 \text{ ミリメートル}$$

$$a = \frac{29.0}{1.2 + 0.8} \times 1.2 = 17.4 \text{ ミリメートル}$$

$$OO' = \frac{29.0}{1.2 + 0.8} \times 0.8 = 11.6 \text{ ミリメートル}$$

$$2OO' = 23.2 \text{ ミリメートル}$$

切断面に於ては 17.5 ミリメートルを得、水銀系の方に於て同じく 17.5 ミリメートルを得たり。

獨 乙 製 A

$$OA = 24.0 \text{ ミリメートル}$$

$$a = 14.4 \text{ ミリメートル}$$

温度計ニ關スル調査

一七

$$OO' = 9.6 \text{ ミリメートル}$$

$$2OO' = 19.2 \text{ ミリメートル}$$

切断面に於て 15.0 ミリメートルを得、水銀糸の方に於て 15.0 ミリメートルを得たり。

日本製 A

$$OA = 29.4 \text{ ミリメートル}$$

$$a = 17.64 \text{ "}$$

$$OO' = 11.76 \text{ "}$$

$$2OO' = 23.52 \text{ "}$$

切断面の方にて 19.0 ミリメートルを得、水銀糸の方にて 19.0 ミリメートルを得たり。

日本製 B

$$OA = 34.2 \text{ ミリメートル}$$

$$a = 20.52 \text{ "}$$

$$OO' = 13.68 \text{ "}$$

$$2OO' = 27.36 \text{ "}$$

切断面の方にて 17.5 ミリメートルを得、水銀糸の方にて 17.5 ミリメートルを得たり。

日本製 C

$$OA = 34.2 \text{ ミリメートル}$$

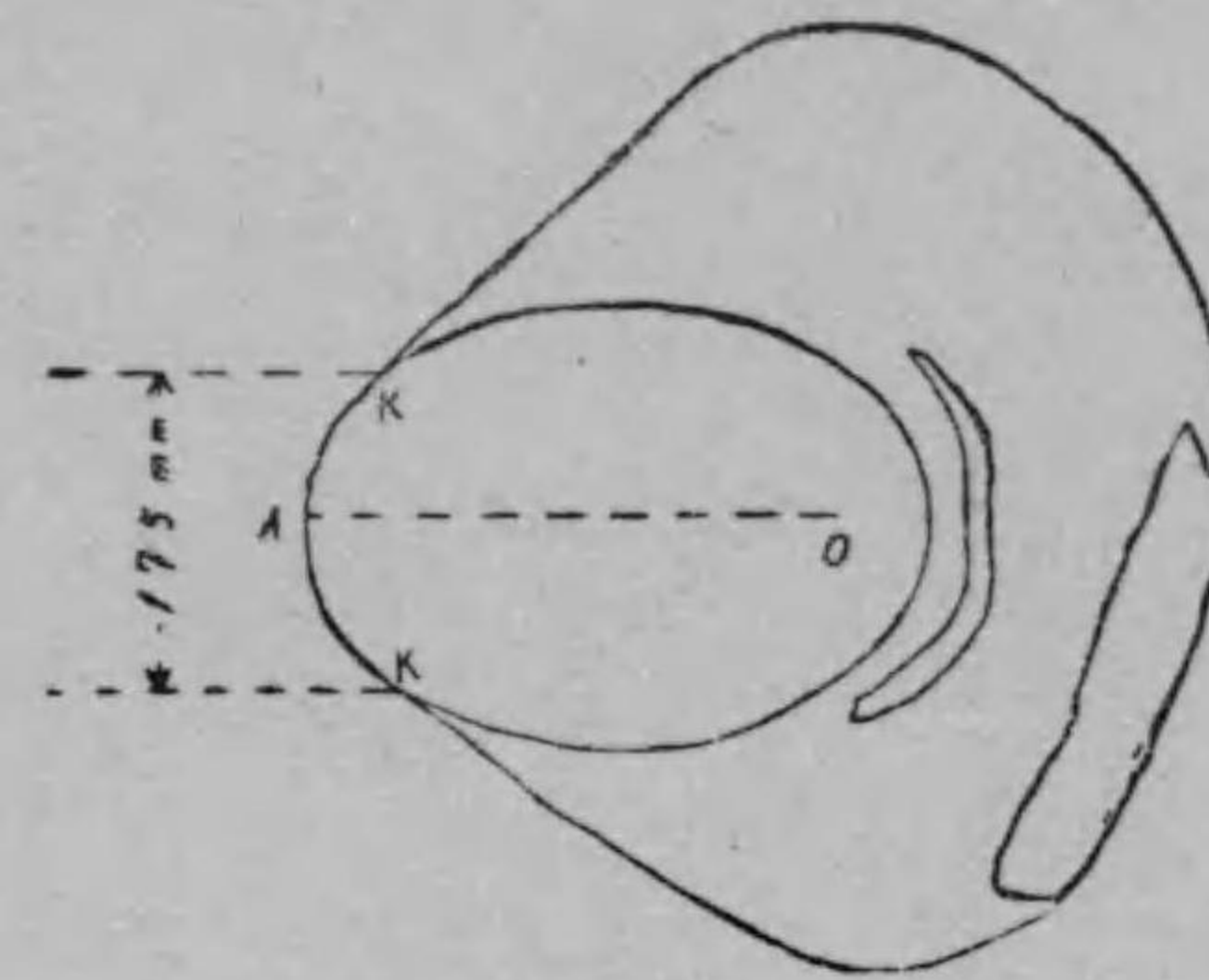
$$a = 20.52 \text{ "}$$

$$OO' = 13.68 \text{ "}$$

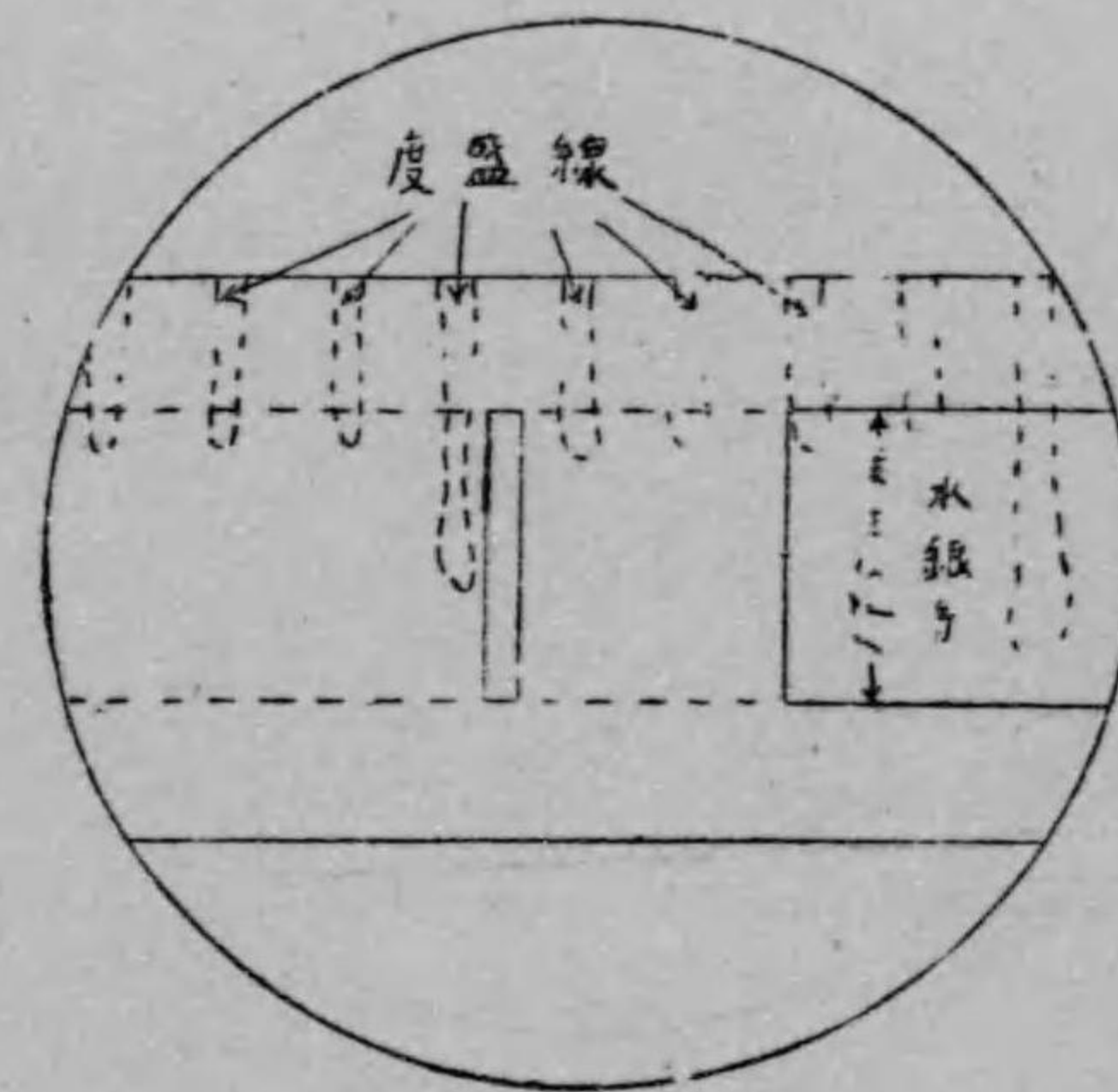
$$2OO' = 27.36 \text{ "}$$

切断面の方にて 21.0 ミリメートルを得、水銀糸の方にて 21.0 ミリメートルを得たり。

英國製 B
切断面

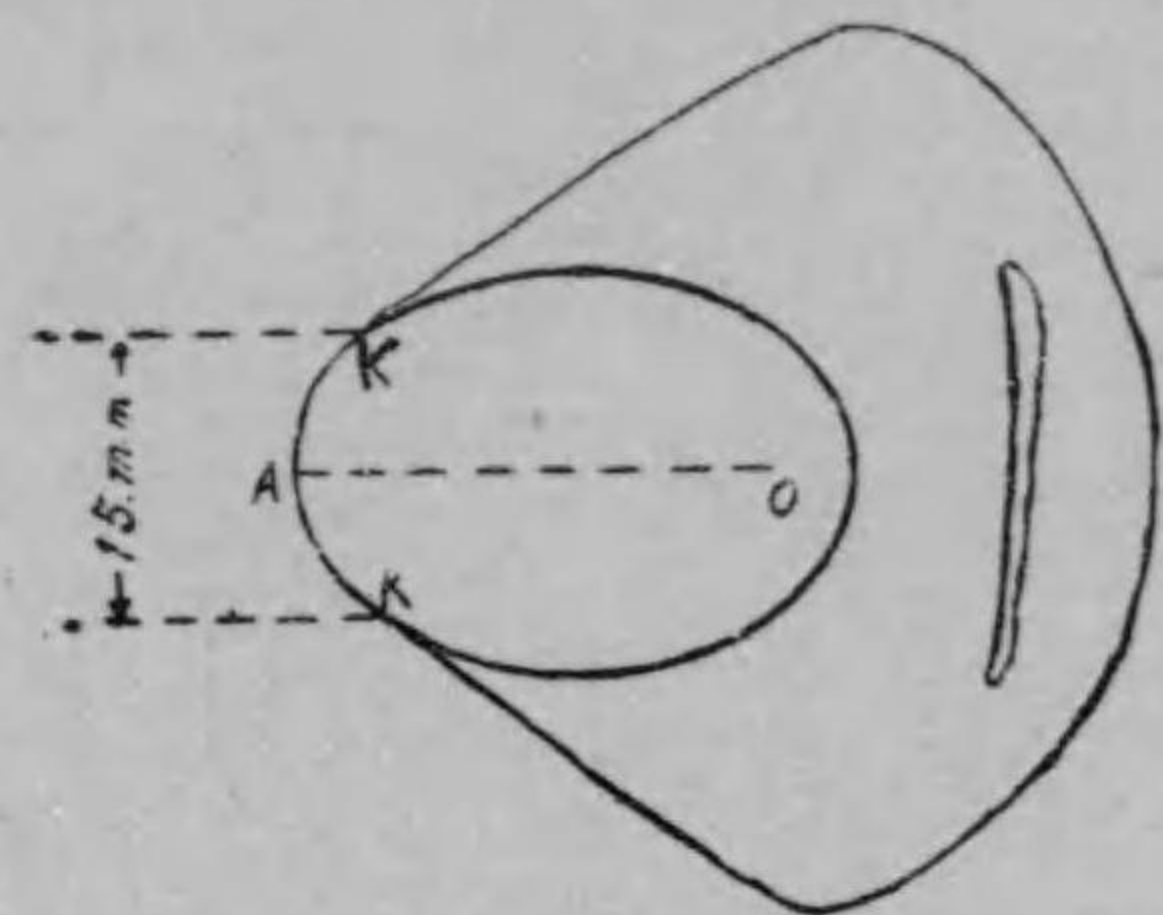


水銀糸

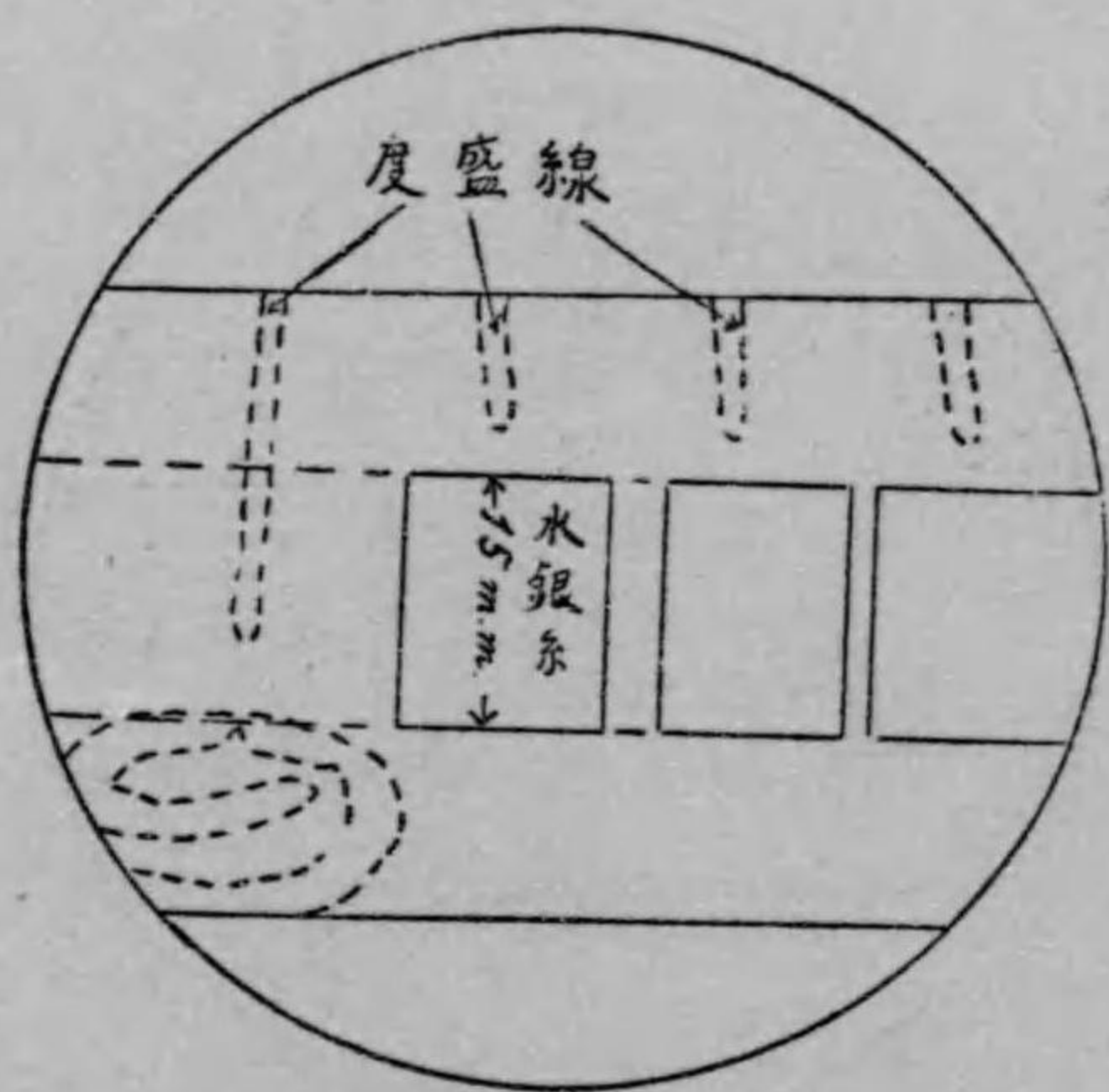


温度計ニ關スル調査

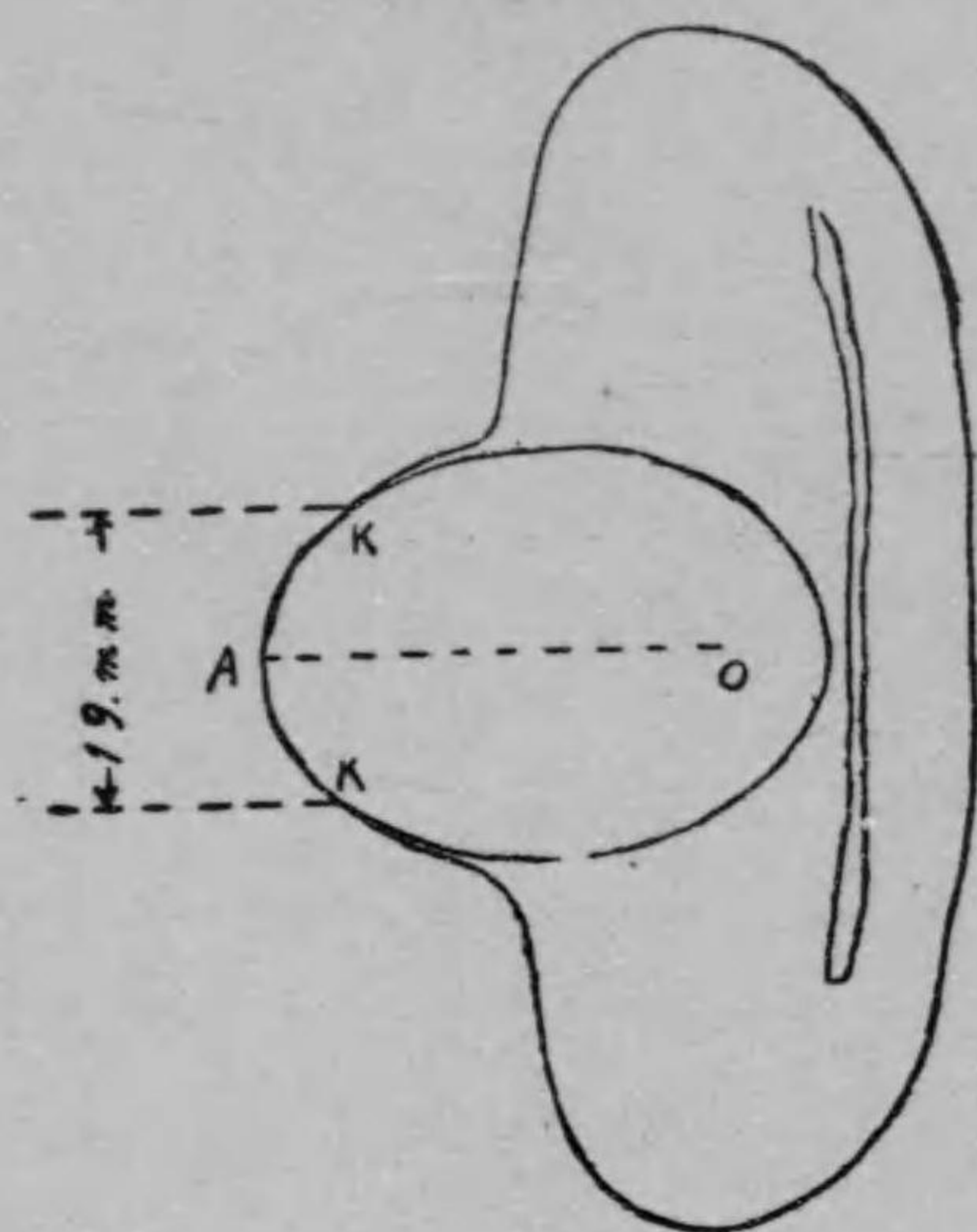
獨乙製 A
切斷面



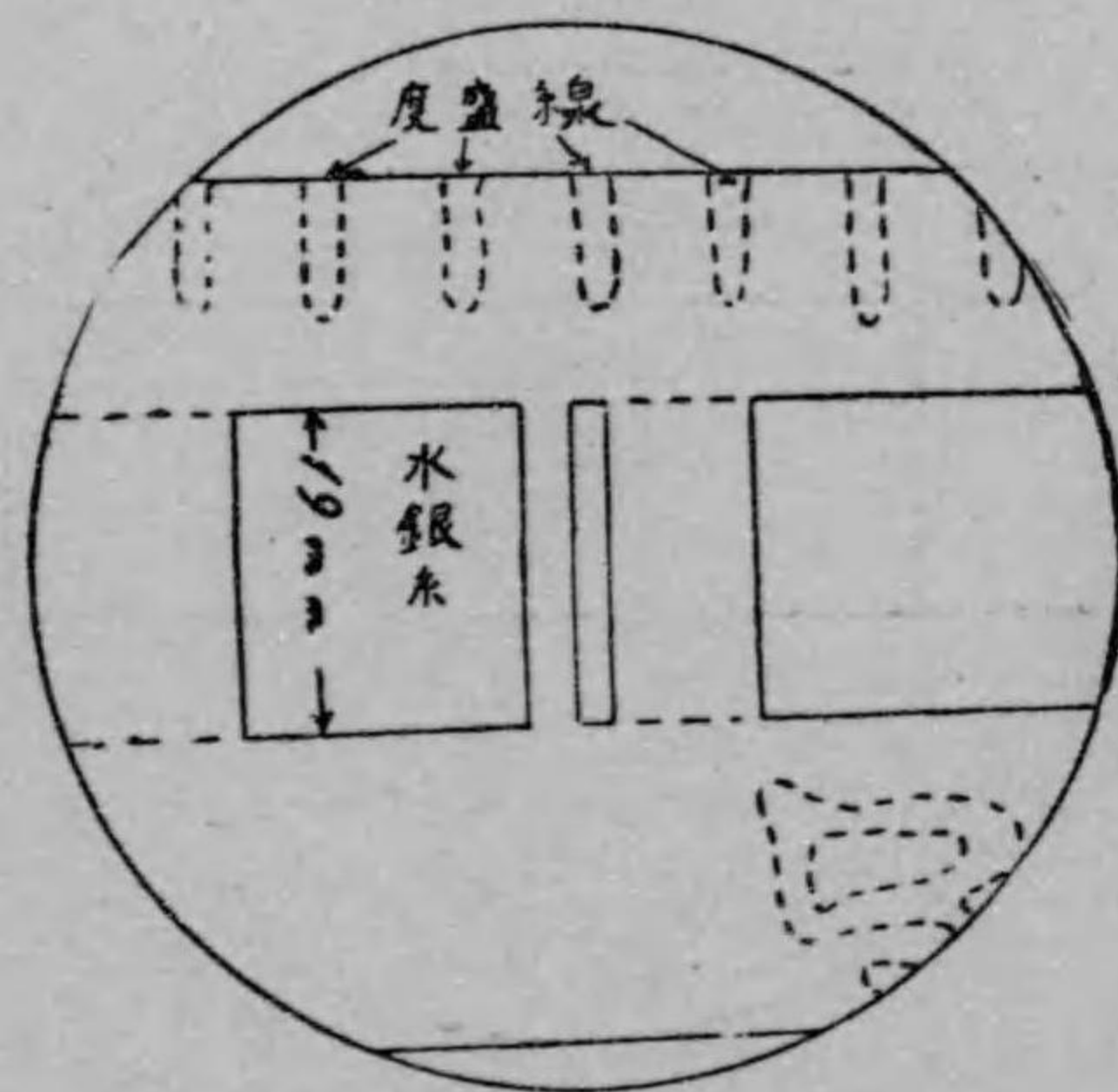
水銀糸



日本製 A
切斷面

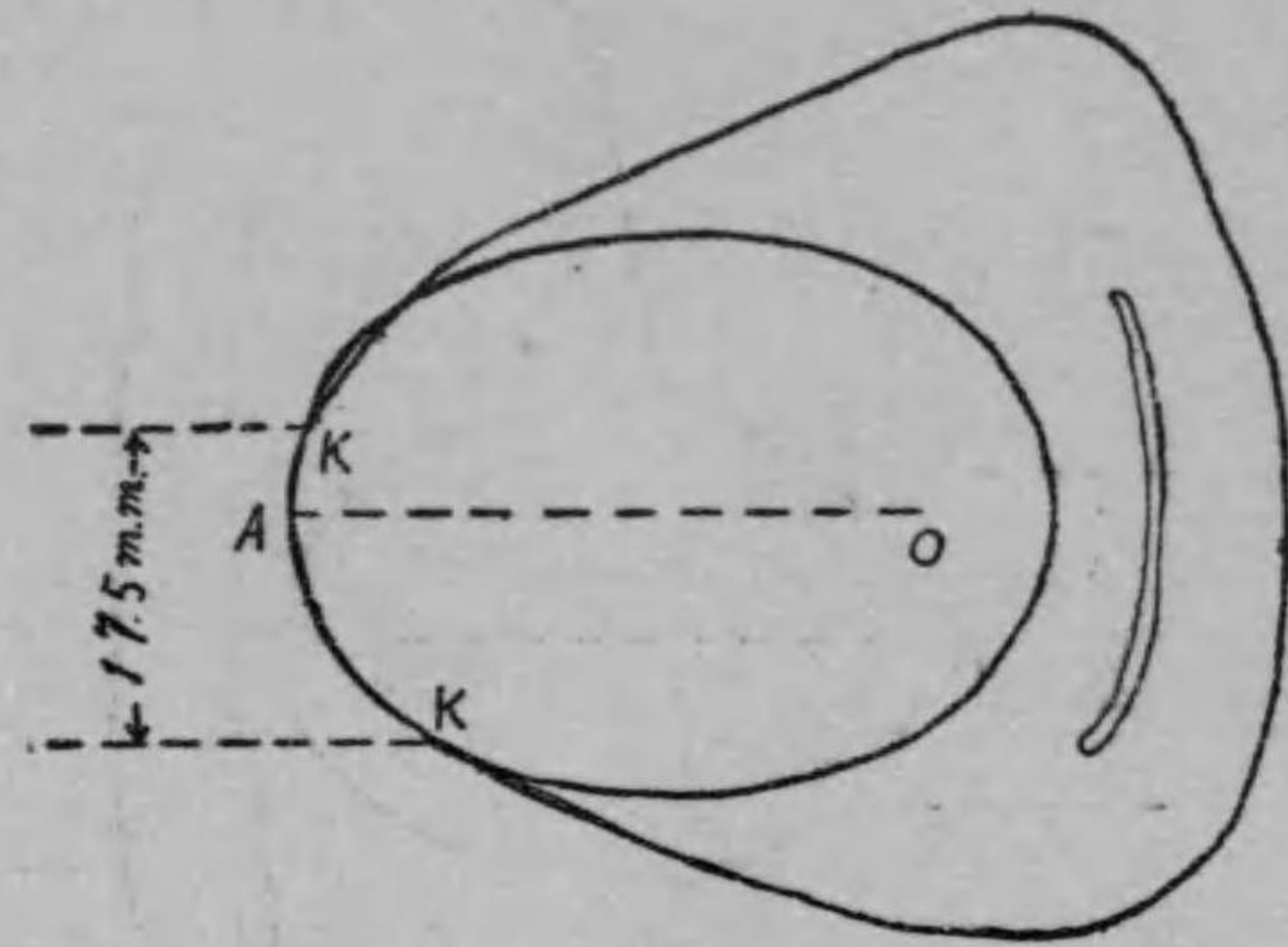


水銀糸

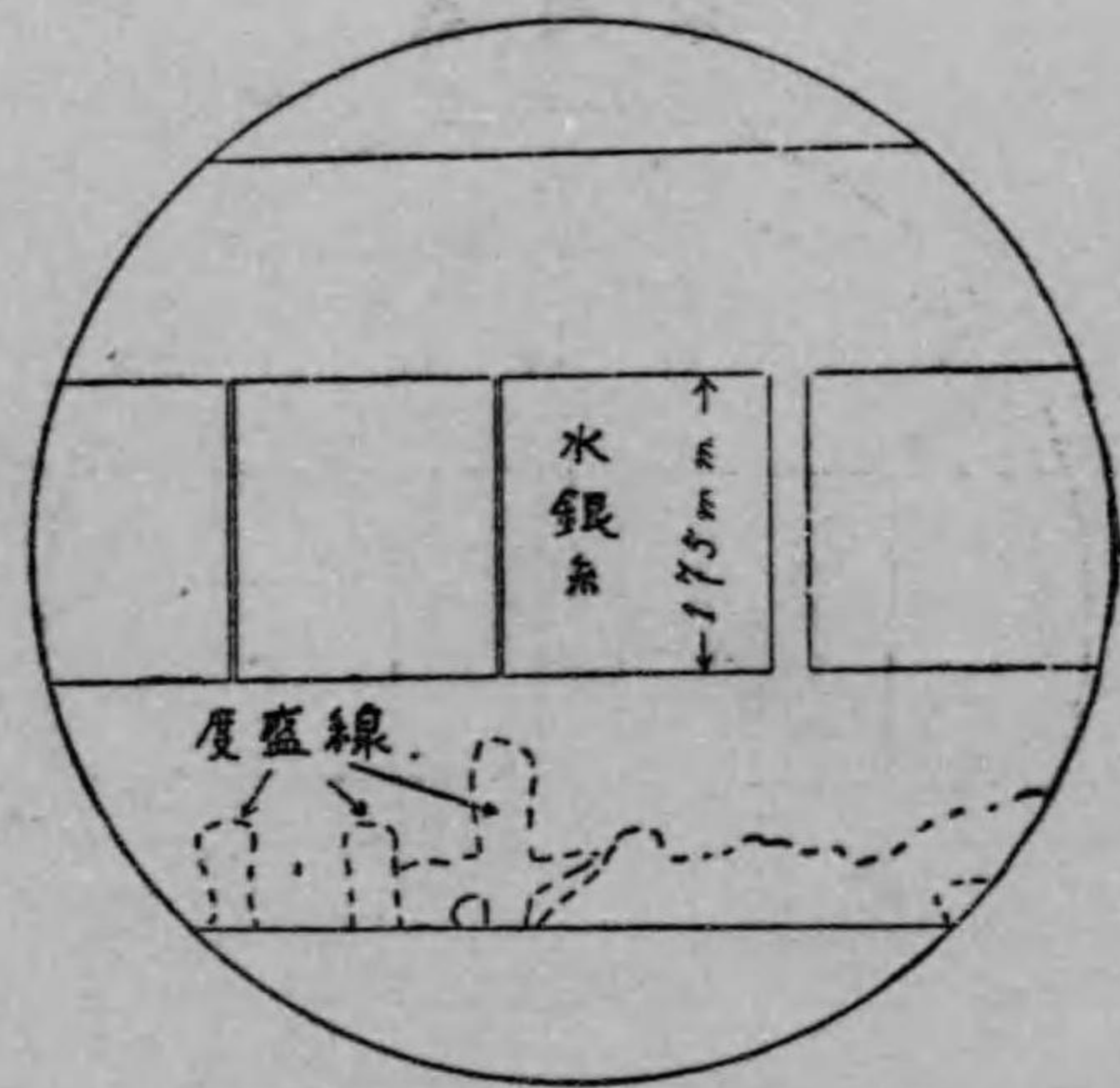


温度計ニ關スル調査

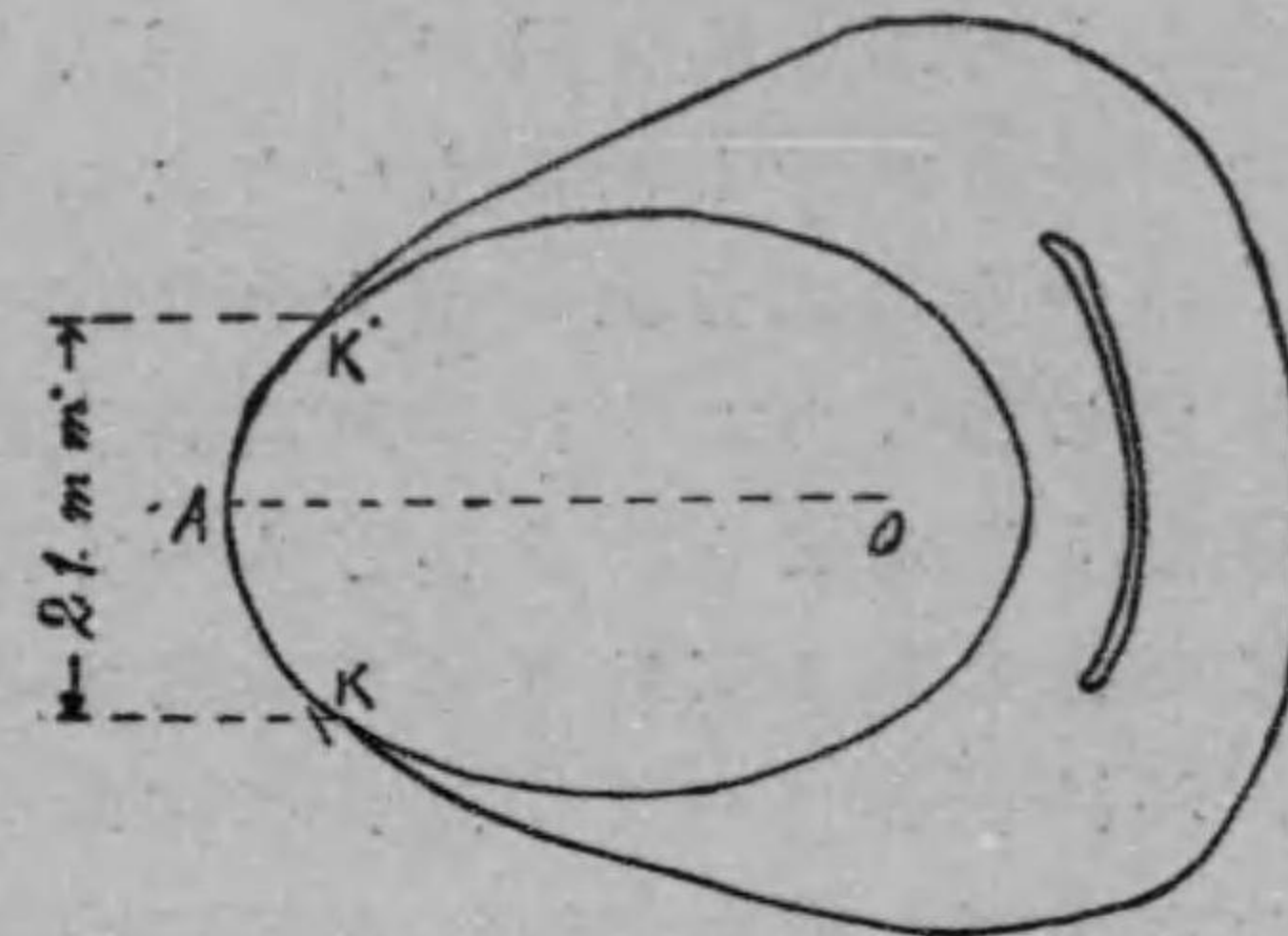
日本製 B
切断面



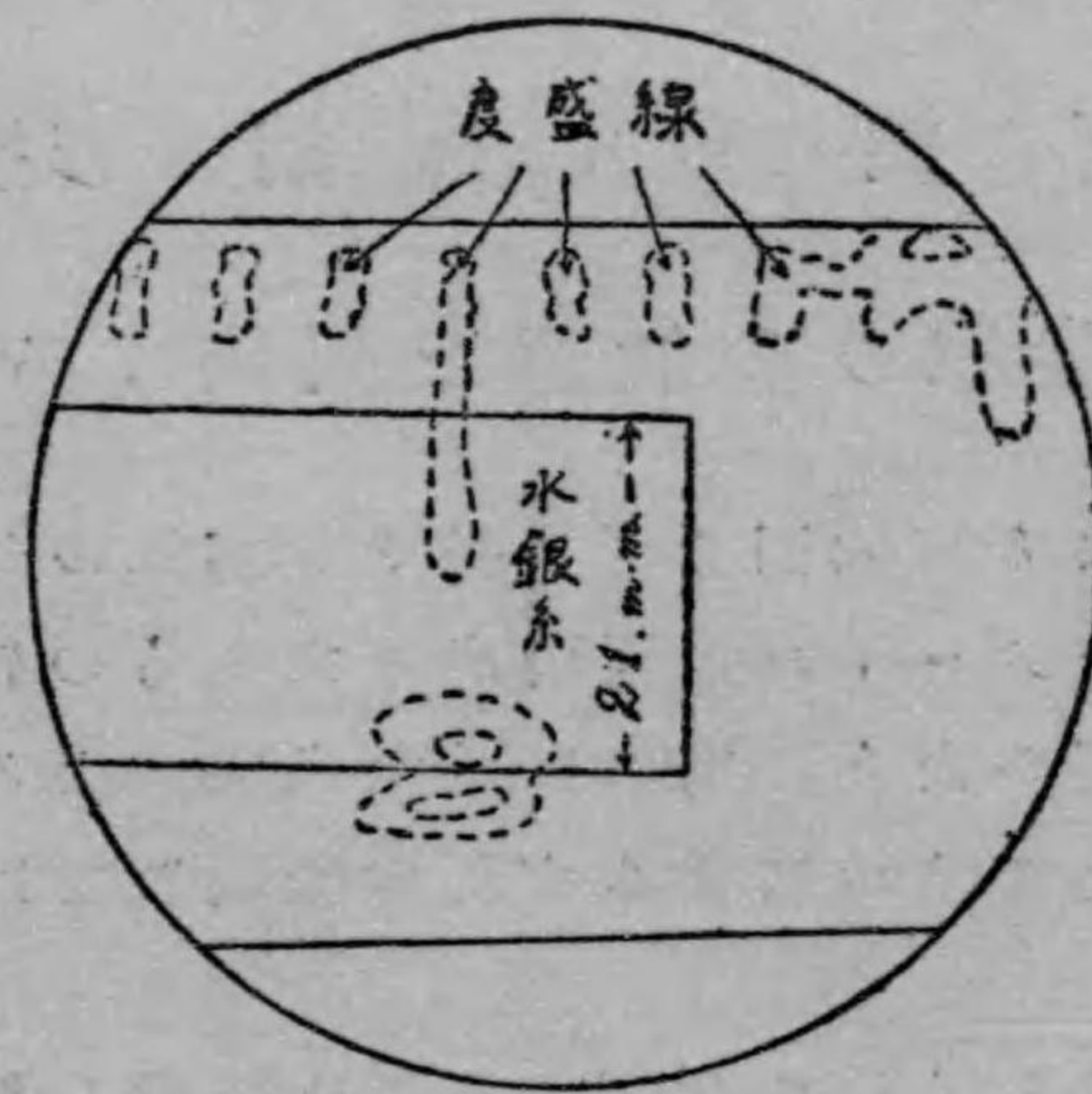
水銀糸



日本製 C
切断面



水銀糸



上の六種の棒状體温度計に於て示す如く第一節に於て記述せる理論は實際に照し合せて正しきものなる事を證明し得たり。

此の理論より考ふる時は屈折面の形狀としては日本製 A 體温度計が最も進歩したるものと云ふ事を得。他の日本製 B, C の如きは水銀糸の擴大をなるべく大と爲さんとして努力しつゝある事は切斷面全體が橢圓形に近づき居る事より明かなり。然れども一方硝子巻取りには甚だ困難を感じ居る事は次節に説明する所によりて明かなり。外國製品につきて見れば水銀糸の擴大は或る程度に止め全形を整ふ事及び次節に述ぶる所の縞が同心形なる爲めの努力をなしある事を見る。

第三節

切斷面の縞に就て。附 縞の形狀より

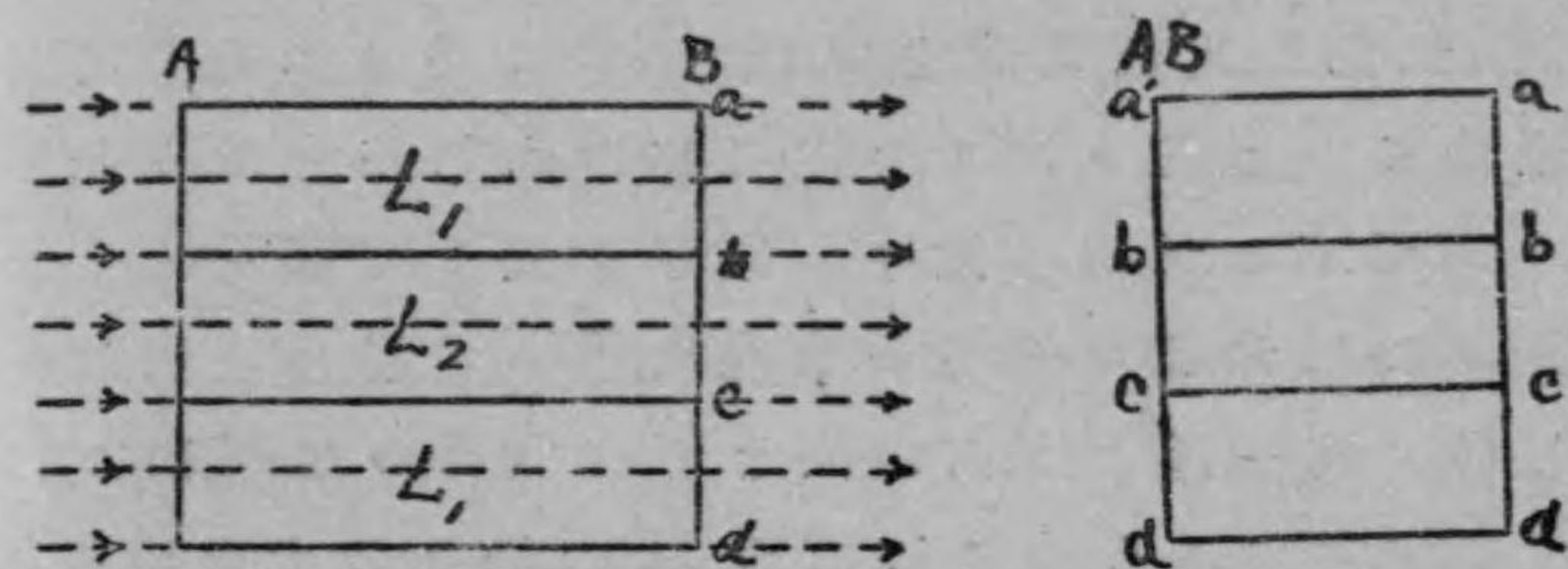
硝子巻取りの状態を判別すること

第一圖より第六圖までに掲ぐる寫眞の切斷面は長さ約一センチメートルの兩面磨きたるものにて光線は放散光線を用ひたり。寫眞は透過光線によるものにて反射光線によるものにあらず、反射光線にては縞を見る事能はず。

今茲に少しく縞の生ずる原因と見做し得るものにつきて説明を試みんとす。

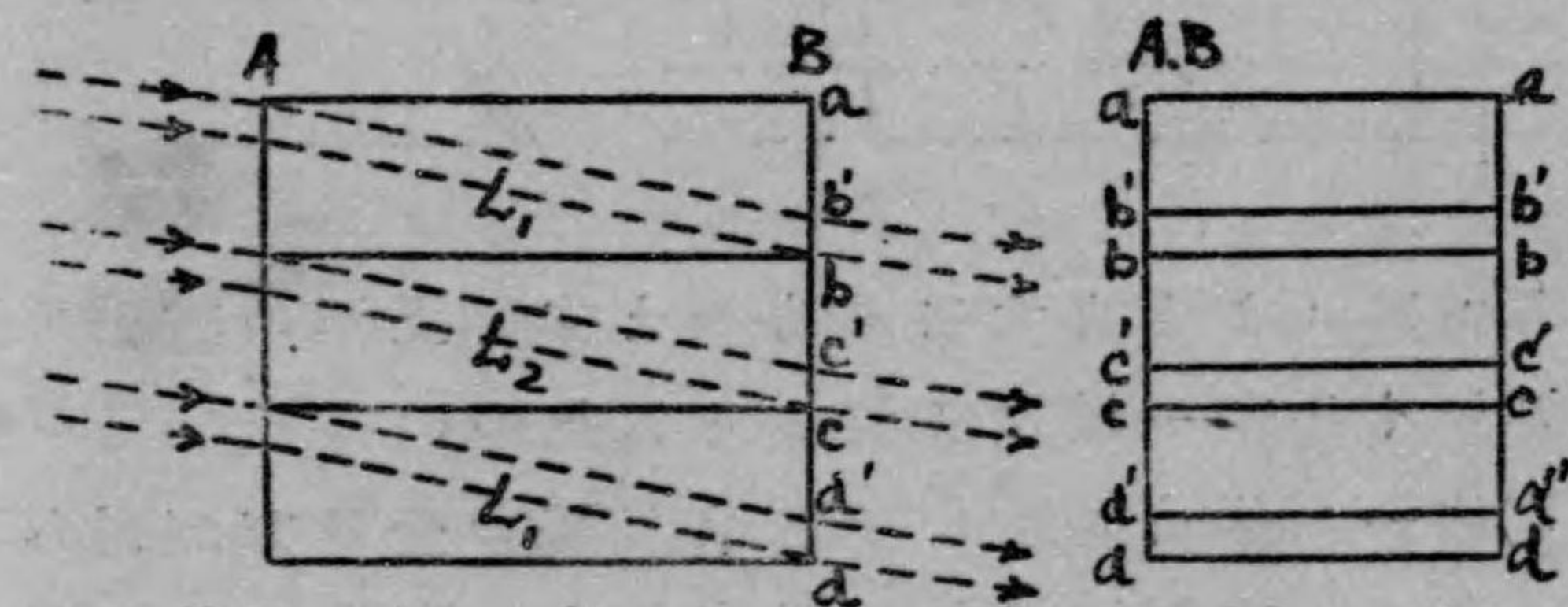
第一の場合 屈折率同じく透光度の異なる硝子が層を成せる場合。

(I) 層の方向に平行なる平行線の透過する場合



上圖 L_1 なる透光度を有する硝子の間に L_2 なる透光度を有する硝子を置き其厚さは同じものとす、矢を以て示したる光線は A の方より B の方に進み B の側より之を見るものとす。 L_2 の方が L_1 より光線をよく透過するものとす。然る時は右側の圖に示したる如く bc 間が ab 間及び cd 間より明るく見ゆべし。

(II) AB に平行ならざる平行光線によりて透過されたる場合



上圖中左側の圖に示せる如く矢の方向に光線の透過す

る場合にBの側より見たる時の明暗は右側の圖に於て示すが如くab'部は暗くcc'部が最も明るくe'よりb, cよりd'に到る間は順次明るさを減じbb'及びdd'は同じ明るさなり。

(III) 光源に乳色電球を使用しABの長さにして大なる距離にあり且シボリを以て其の小部分を取り此の部より出て來る光線の途中に硝子を置いて眼を以て之れを見る時は光線の透過の状態は(II)の場合と同じと見做し得。第一圖より第六圖までの寫眞の切斷面は(III)の場合に相當するものにして即(II)の場合の光線の透過の状態と同じものとする事を得。

第二の場合 透光度同じく屈折率の異なる硝子が第一の場合に於けると同様に置かれたる場合。

(IV) 光線の透過の状態が第一の場合の(I)と同じ時

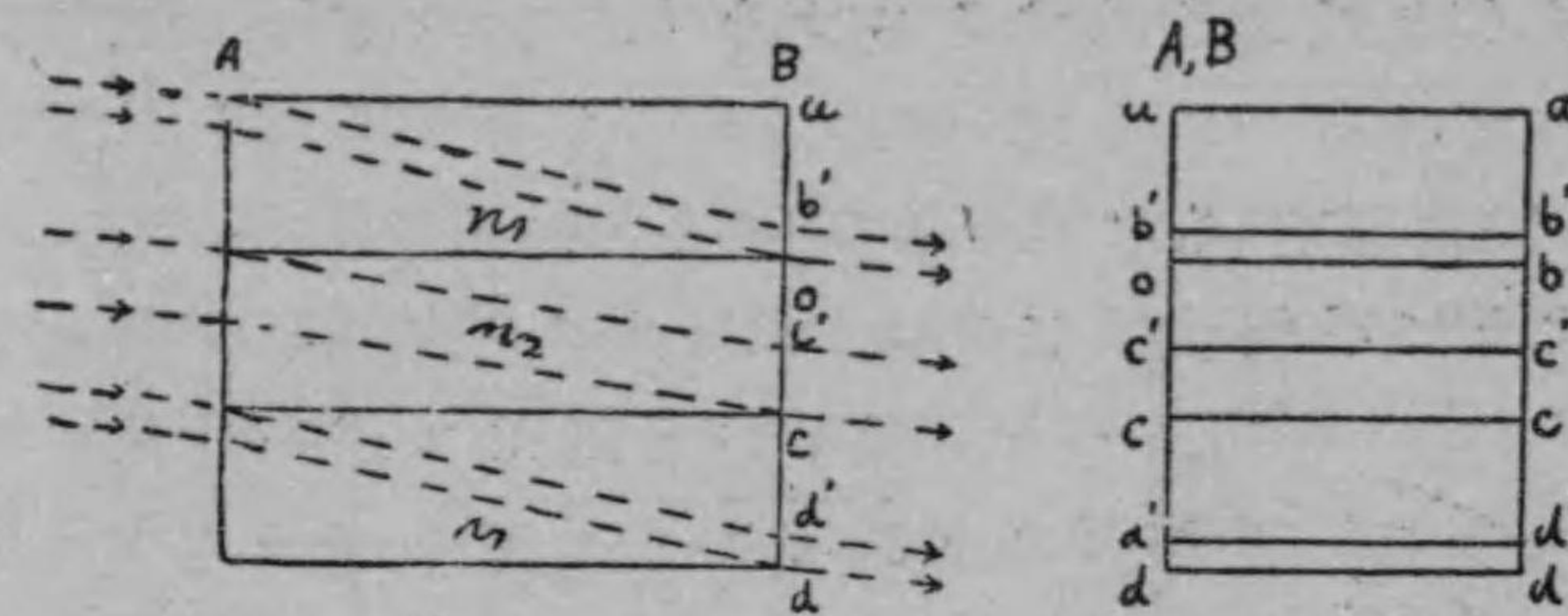


二六

屈折率 n_1 は n_2 よりも大なるものとす。上圖の右側の圖に示す如く全部一樣なる明るさに見ゆ。

(V) 第一の場合の(II)の時と光線の受け方が同じなる時。次圖の右側圖に於て示す如くbe'部に光線が最も密にて次にはbb', cc', dd'なりed'部は光線の最も疎になる所

にてab'部は暗黒なり、而して明るさは光線の密なる方明るし。



(VI) 第一の場合の(III)に相當するものにて(V)の時と全く同様なり

以上第一第二の場合に於て説明せる所によれば、第二の場合の(IV)の場合を除く外は全部の場合に明暗部を生ず。故に切斷面に現れたる縞は屈折率異なる層の硝子より成るか、又は透光度の異なる層の硝子より成るものなるか、又は兩方の性質の同時に異なる層の硝子より成れるものと考ふる事を得。硝子が坩堝中にて熔融され居る時は多くのスヂを有し此の部は他の部とは透光の状態異なりて前述の(II)(V)の場合の如き明暗を呈す而して寫眞中に於て認めらるゝ如く所々に波狀にて切斷面の外形に支配されざる縞のある所を見れば、冷却される際に物理的に生じたるものとは考へられず。故に切斷面に現れたる縞は硝子が坩堝中にある時に既に所有せるスヂなりと考ふるは最も適當なる事と思はる。

切斷面の寫眞に現れたる縞を硝子のスヂなりと定むれば此の縞の形狀は硝子巻取りの状態を知るに大切

二七

なるものとなる。

硝子巻取りの状態 坩堝中に熔融されて居る硝子には多くの層を形成せるスヂあり。此の硝子を吹管にて數回巻取りて形を定め、然る後長く引き延ばして體温計管を製作するものなり。吹管に最初に巻付けたる硝子を吹きて毛細管孔になる部分を作る故に毛細管孔の直ぐの周圍はスヂが皆同心形となる。次ぎの硝子ダネを巻付ける時は左圖に示す如くスヂが螺旋形となる。

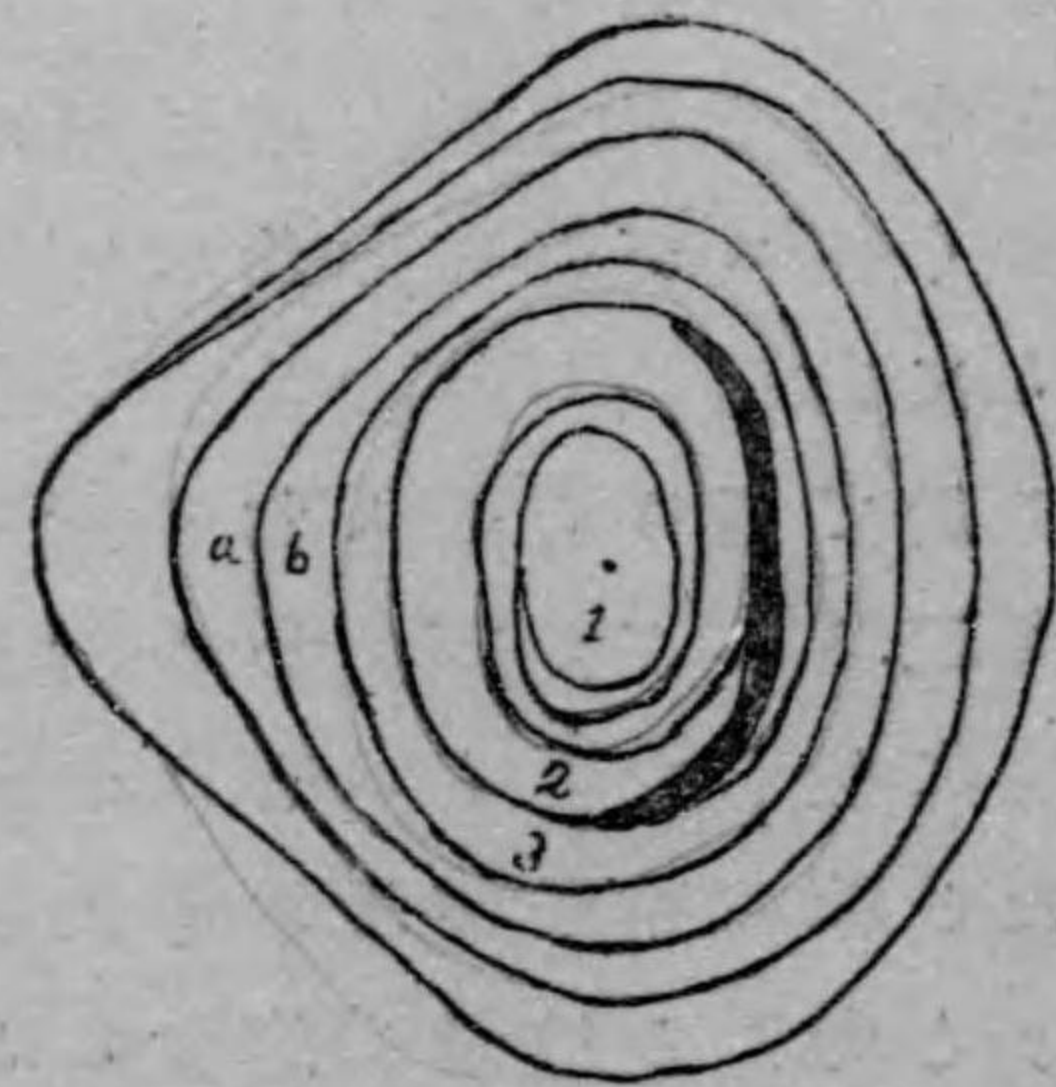
温度計ニ關スル調査



直ぐの周圍はスヂが皆同心形となる。次ぎの硝子ダネを巻付ける時は左圖に示す如くスヂが螺旋形となる。

寫眞及び下圖につきて説明せん。

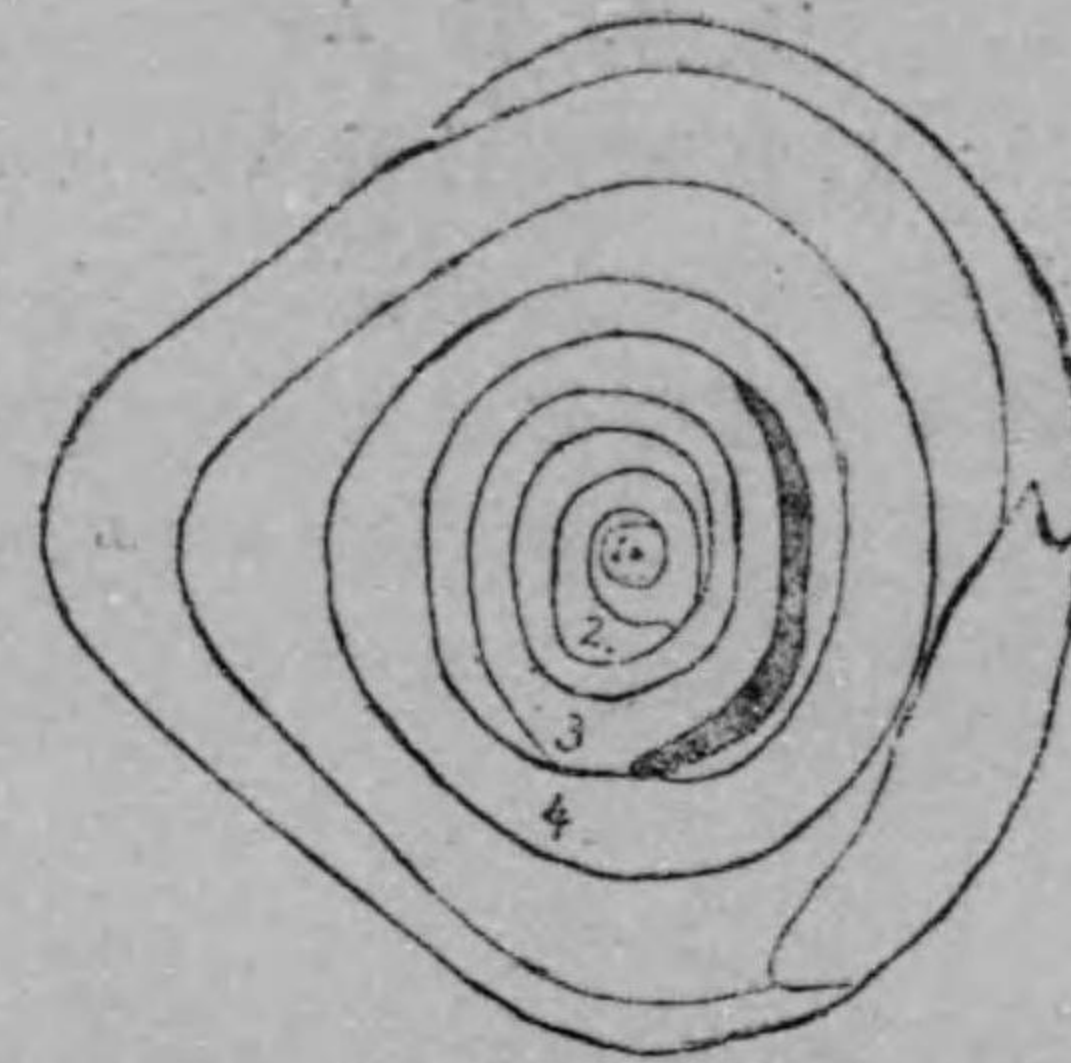
英國製 A



上圖中 1, 2, 3, 等の數字は硝子巻取りの順を示すものにて、以下の圖に於ても皆同様なり。1 なる最初に吹きた

る部は前述の理由にて螺旋形縞を有せず。2 の部は二周半に近く巻き、3 の部は乳色硝子と共に巻取りたるものにて四周半の巻取となり、此の四周半の最後の部が水銀糸屈折面に到り居るは拙なり。(全部の英國製 A 體温計につきては然らず此の寫眞に示すものにつきてなり無理に引き張られたりと思はるゝ所は a 及び b として示せる所なり。

英國製 B

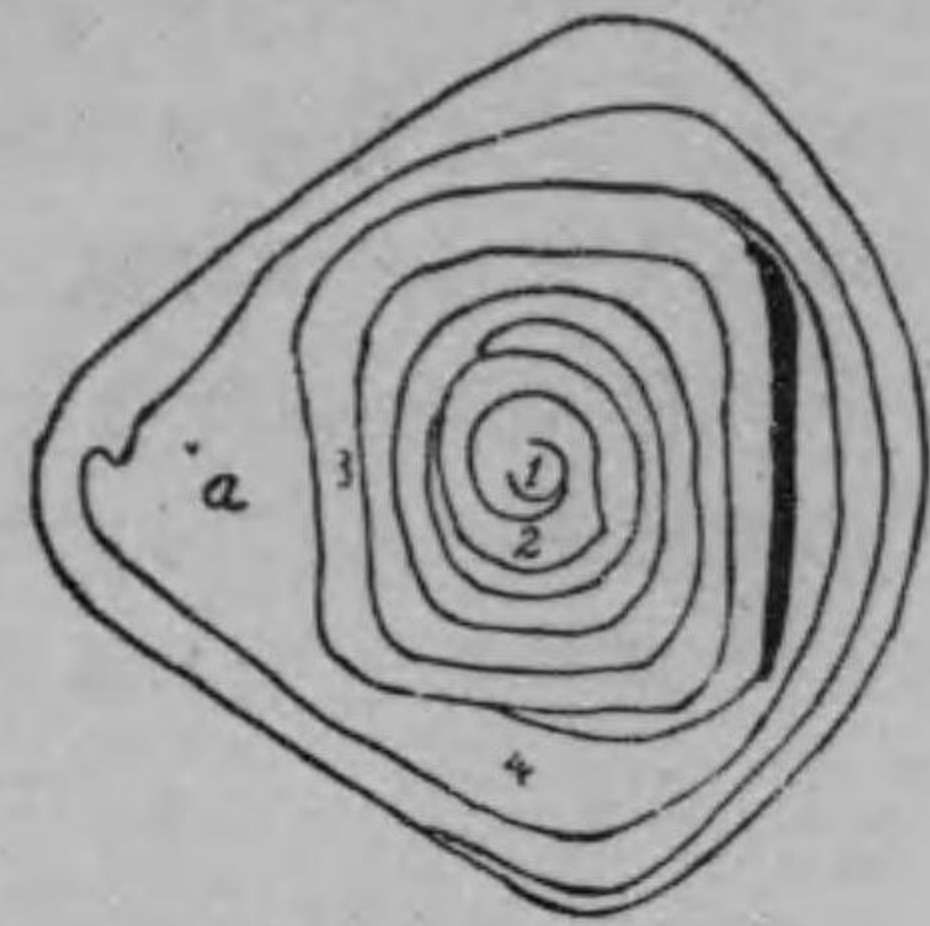


上圖に於て見る如く英國製 B は四回の巻取りにて、最後が屈折面に達せざるは良好なり。(此の事は巻取りの度毎に異なるものなる故に管引職工の注意すべき事と考ふ) a の所に於て縞の間隔が無理に引張られたるを見る。

獨乙製 A

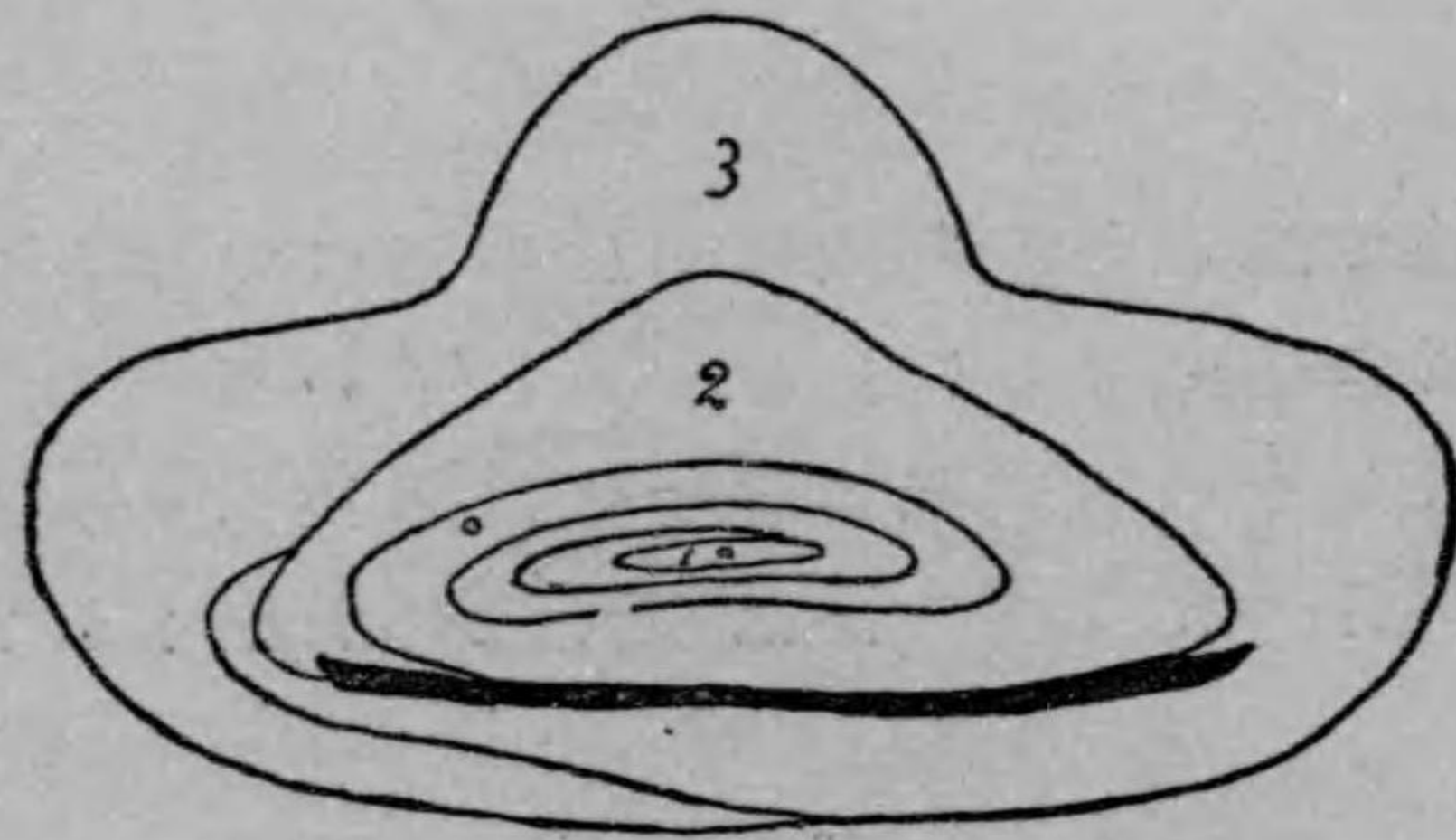
次圖獨乙製 A は四回の巻取りにて無理に引張られたる所が a の部に存す。乳色硝子の位置が毛細管孔より遠かり居るため a の部が甚だしく混亂せる縞を有す。

温度計ニ關スル調査

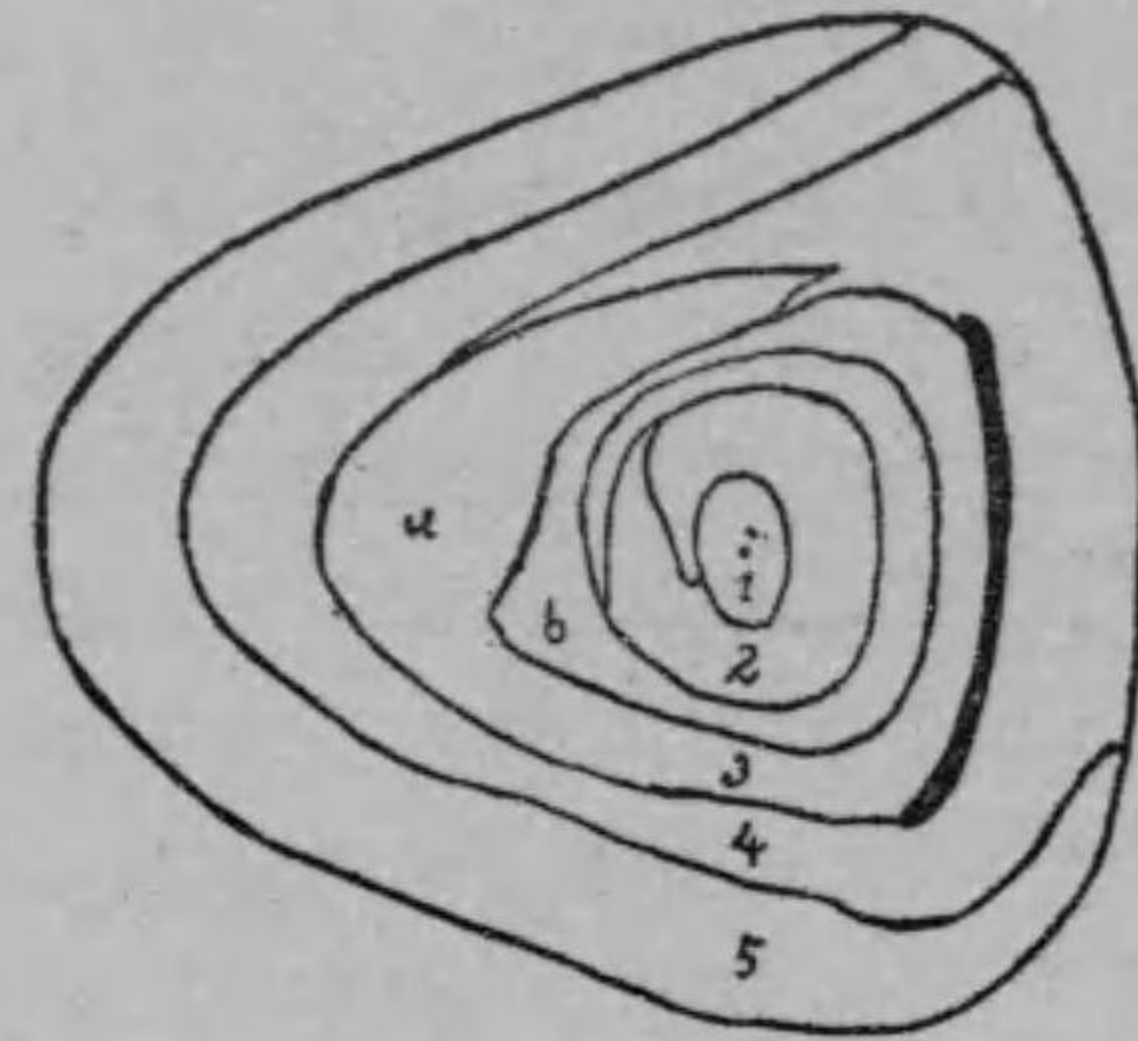


日本製 A

次圖日本製 A に於ては無理に引張られたりと思はるゝ所無く、巻取りの最後の部が屈折面とは全く無關係なる乳色硝子の背部にあるは良好なるものと謂ふべし。

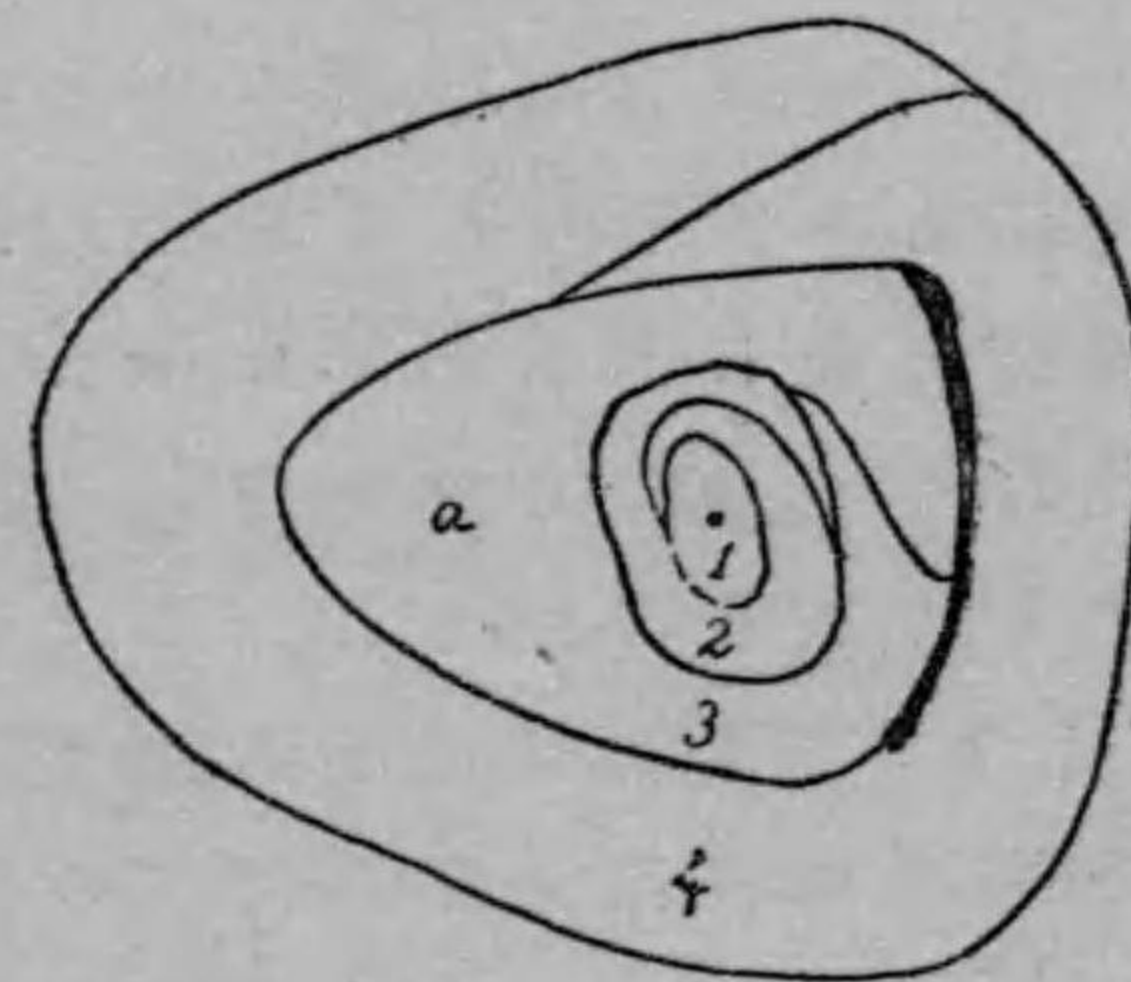


日本製 B



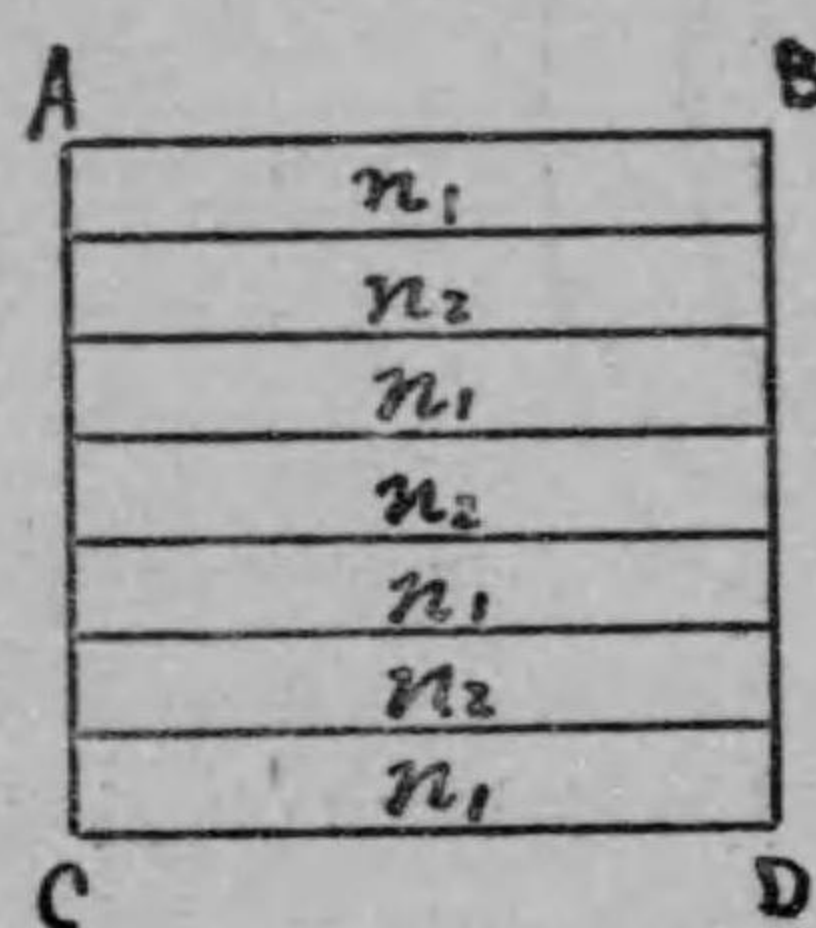
上圖日本製 B の巻取りの状態は前四者と大いに異なれり。無理に引張られたる所は a 及び b の所にありて 5 の部に無きは 4 の部にてても型にあてたる事を示す。

日本製 C



日本製Cに於ては無理に引張られたる所が3の部のaにありて、4の部になきは3の部にても型にあてたる事を示す。

スチが同心形なるための利益 スチが同心形に近き形にて存在すると然らざるものとの間に如何なる



差異を生ずるかを調査すれば、同心形なる事が最も良好なる事を知る。左圖の如く n_1, n_2 なる屈折率の異なる硝子板が交互に何枚も重ねられたる時にCDの面よりABの面に通過する光線は一枚の硝子の場合と異ならず、然れどもAよりB

或はCよりDの方向に入る光線はAB線に全く平行ならざる限りは甚だしく行程に變化を受く。此等の光線を眼に受ける時、前者の場合には一様な硝子板を見る如く感じがよきものなれども、後者の場合には眼の位置及び光線の方向によりて著るしく明暗の部を生じ且此の部の幾分の移動を起し26頁第二の場合の(V)参照所謂キラキラして甚だしく不快を感ずべし。体温計の場合に於ては毛細管孔の水銀の表面より出でたる光線が上例の如くCD面よりAB面に透過する如くに同心形のスチを通過せば、此等のスチは光線に何等の防げをなさず、故に水銀糸を見る時に感じよく見る事を得又硝子其のものを見たる時にも感じよく見ゆ。然るにスチが同心形より遠かる事甚だしき時は硝子其のものは上例のA

C面よりBD面に透過する光線を眼に受けたる如く不快を感ずべく、水銀糸を見る場合に於ても光線の道程に差異の甚だしきものを生ずる時は其の像の位置は一つの平面上になく水銀糸に縦のスチの生ずる事ありて又眼に不快を感ぜしむべし。

寫真に示す六種の体温計につきて見れば、英國製A、英國製Bは同心形に近き螺旋形のスチを有しわづかに變形したる所を存す。然るに日本製B、Cに於ては縞の形状は甚だしく混雜し到底英國製品に及ばざる事を見るべし。日本製Aは縞の數も少なく又光線の透過に防げとなる縞もなく、英國製品より優れるものと認めらる。

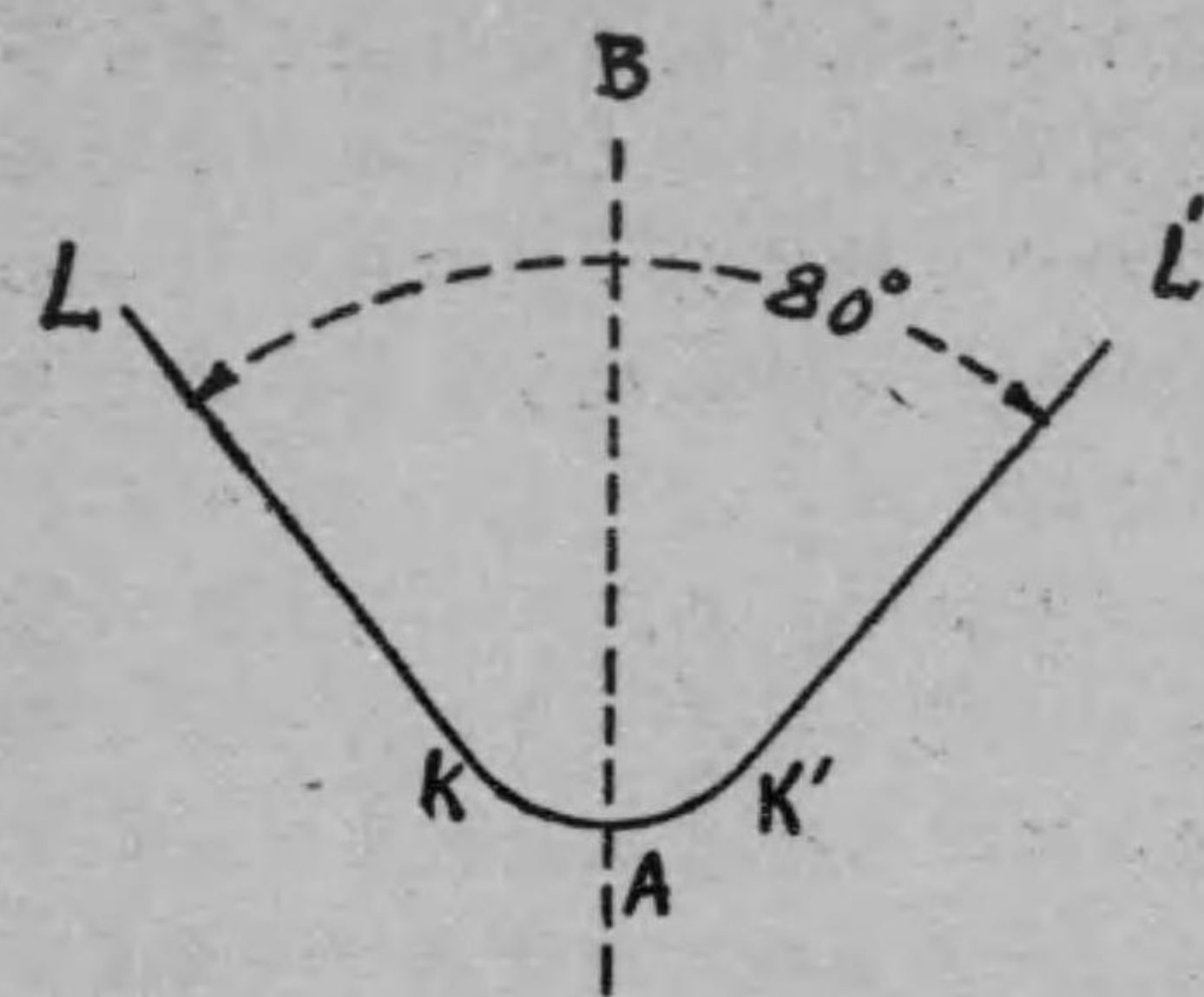
日本製A体温計以外のB、C体温計が斯様に複雑なる縞を有するは第七節に述ぶるが如く型の角度が六十七度半より小なるために硝子ダネを切口圓形に巻取る事能はざるに起因するなり。

第四節

英國製A体温計の型

英國製A体温計の棒部製管時に使用する型の形状は第一圖に掲ぐる英國製A体温計切斷面の寫眞の形より定むれば次圖の如し。

KK'の間は楕圓にしてLK, L'K'の間は直線なり、而してLKとL'K'との挟む角は80度なり、AB線は左右對稱



の線にして楕圓との交點をAとす。

第五節

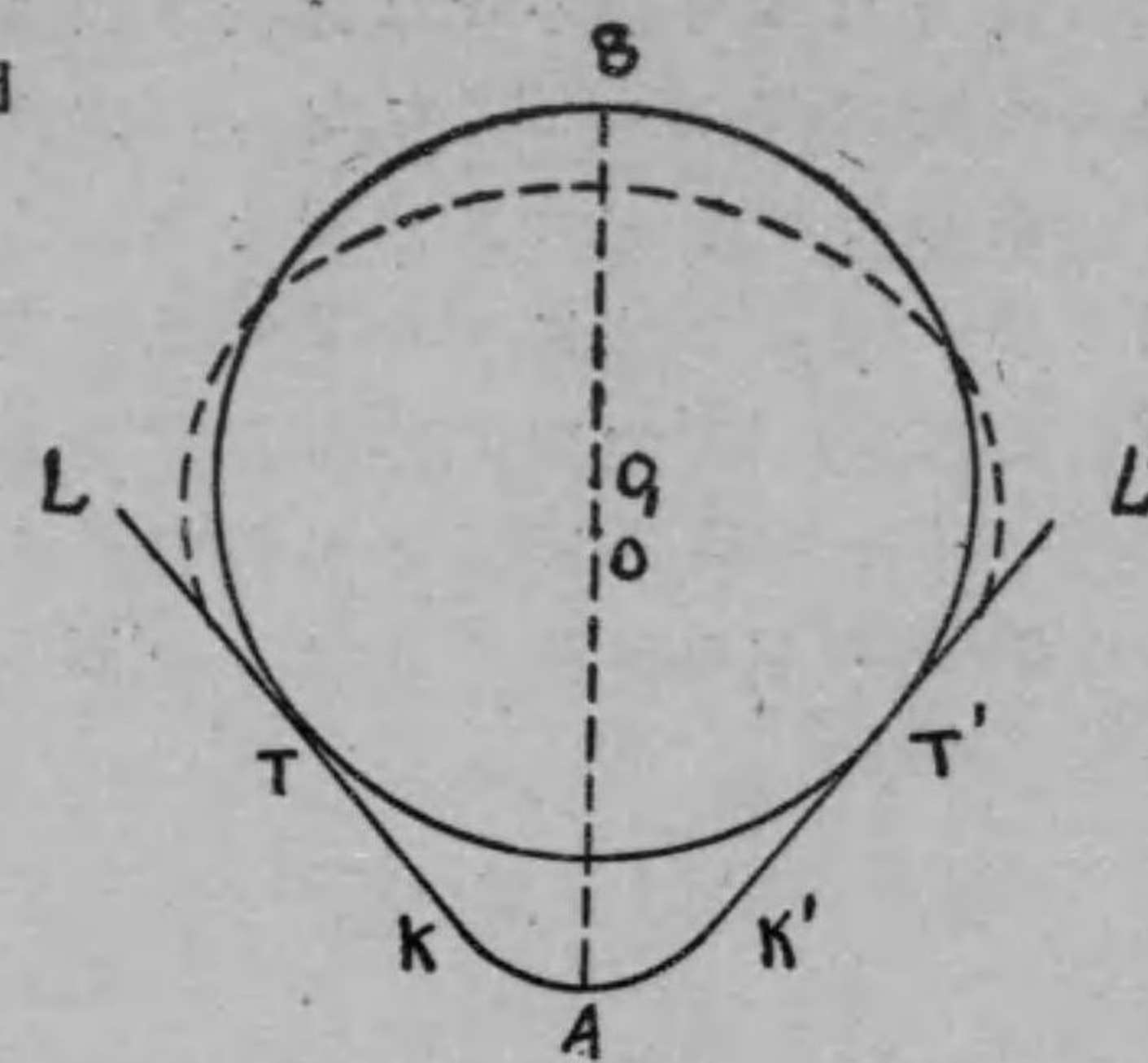
硝子ダネ巻取法及び螺旋形スヂの變位

英國製 A 體溫計の切斷面の寫眞の面積をシンブソン氏の方法によりて測定せば1725 平方ミリメートルとなり此の面積に等しき面積を有する圓の半徑をRとすればRは23.4 ミリメートルとなる。

次頁の(イ)圖に於て點線と型(LTKAK'TL')にて英國製 A 體溫計の切斷面を寫し、O は毛細管孔の位置とす。L、K、L/K' の兩線に接し上述の半徑を有する圓を描き其の中心をO₁とし、LK、L/K' 線との接點をT及びT'とす。

O₁を中心即Oに毛細管孔を有する圓に示せる切口圓形にて半徑23.4 ミリメートルの硝子ダネを考へ、此れを型にあてる時は、以下順次述ぶる如き變形を行ひて、體溫

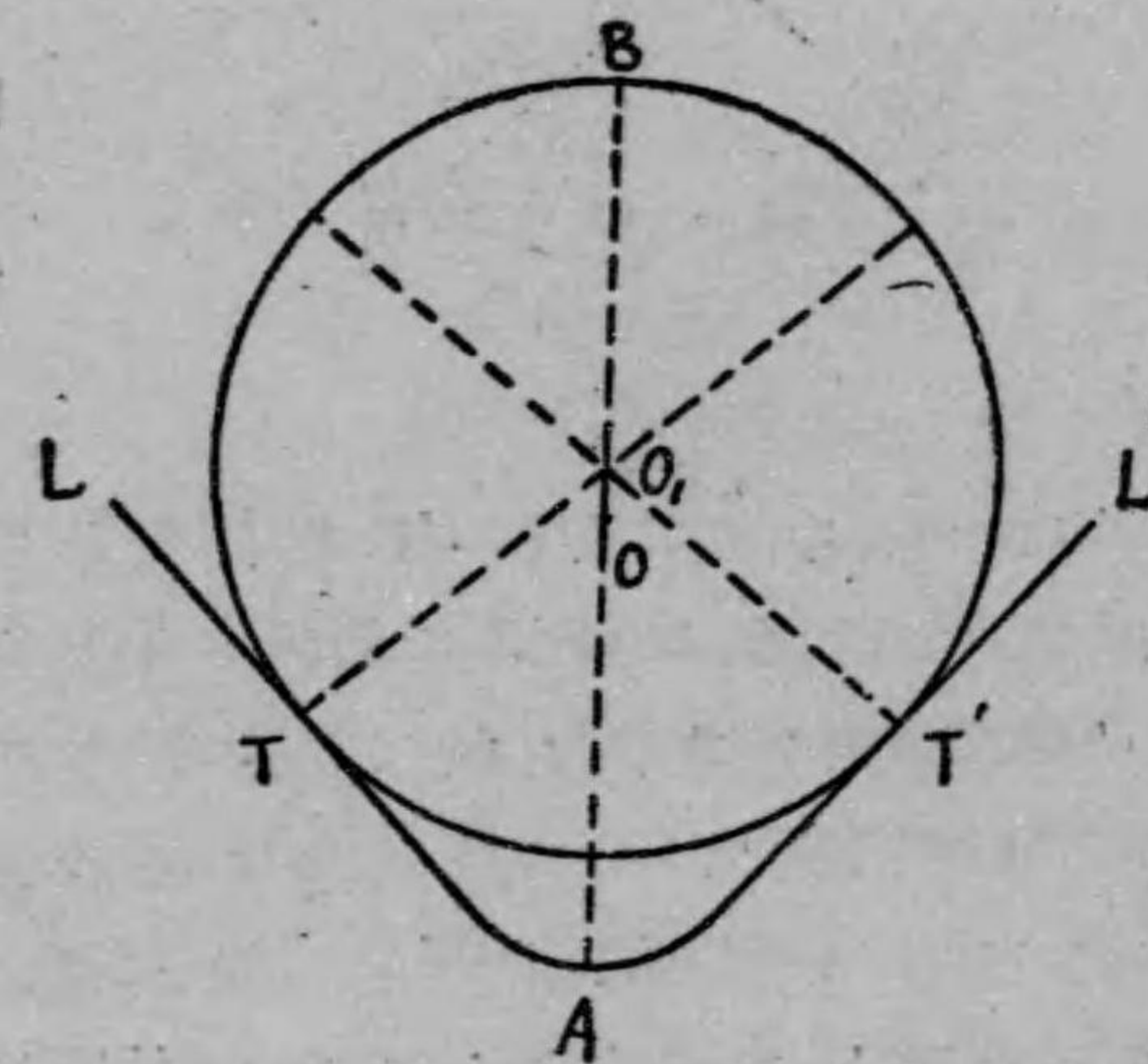
(イ) 圖



計の切斷面と周も中心(毛細管孔)も一致するに到る。故に

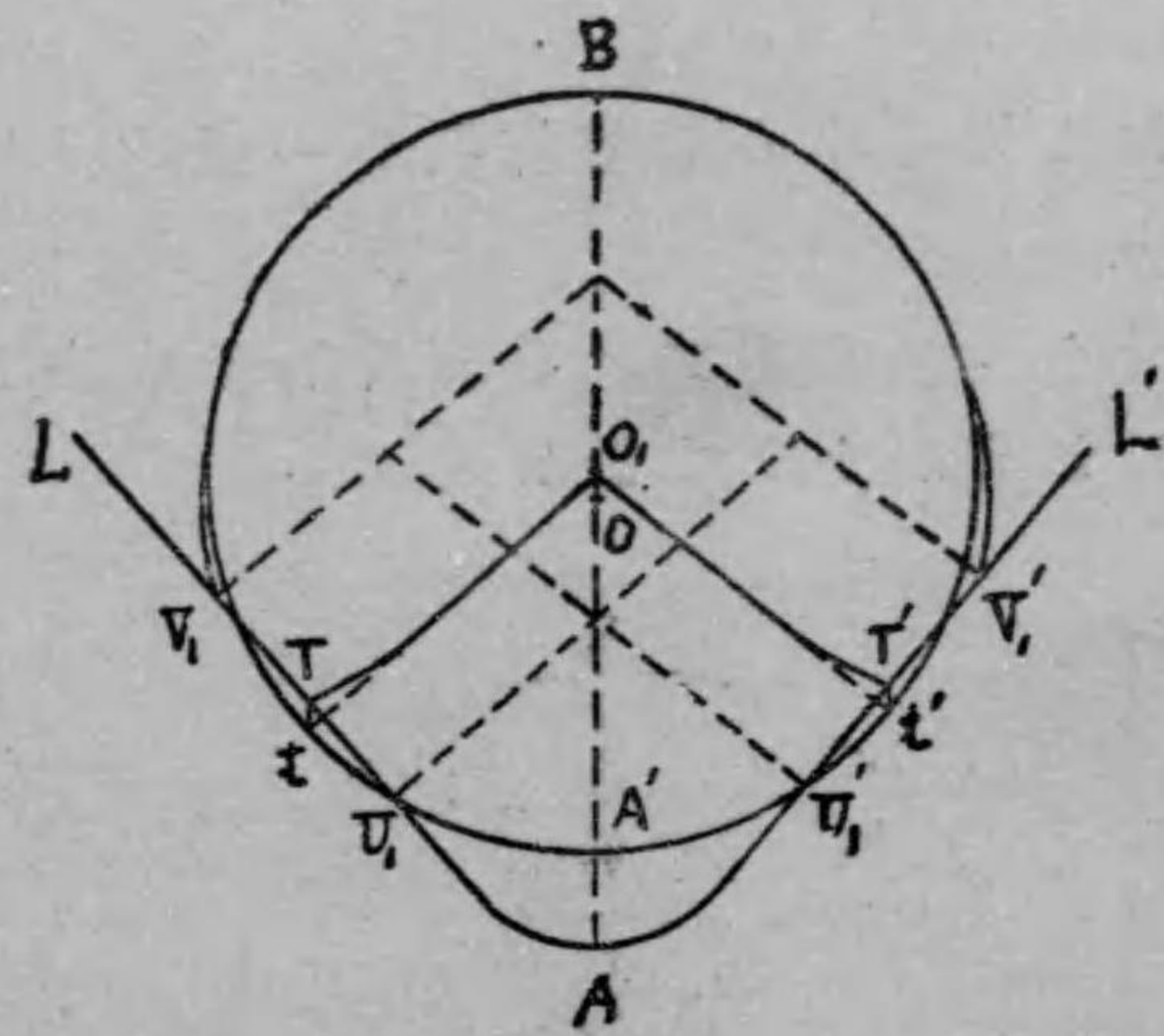
硝子ダネの巻取法は毛細管孔を中心とし切口を圓形となす様に巻取る

(ロ) 圖



(□)圖の如く型に接せしめて硝子ダネを置きたる場合に硝子ダネを支ふる點はT及びT'にて支へる方向はT O₁及びT'O₁なり。而して硝子ダネは容積を壓縮し能はざる流體と見做す事を得るが故に、T O₁、T'O₁及び其の延長線上にある硝子質はT O₁、T'O₁の方向に移動する事を得ず又T及びT'はLK、L'K'線に沿ふてズレル事は殆んど出來ぬ故に次に起る硝子ダネの移動の状態を(ハ)圖にて説明せん。

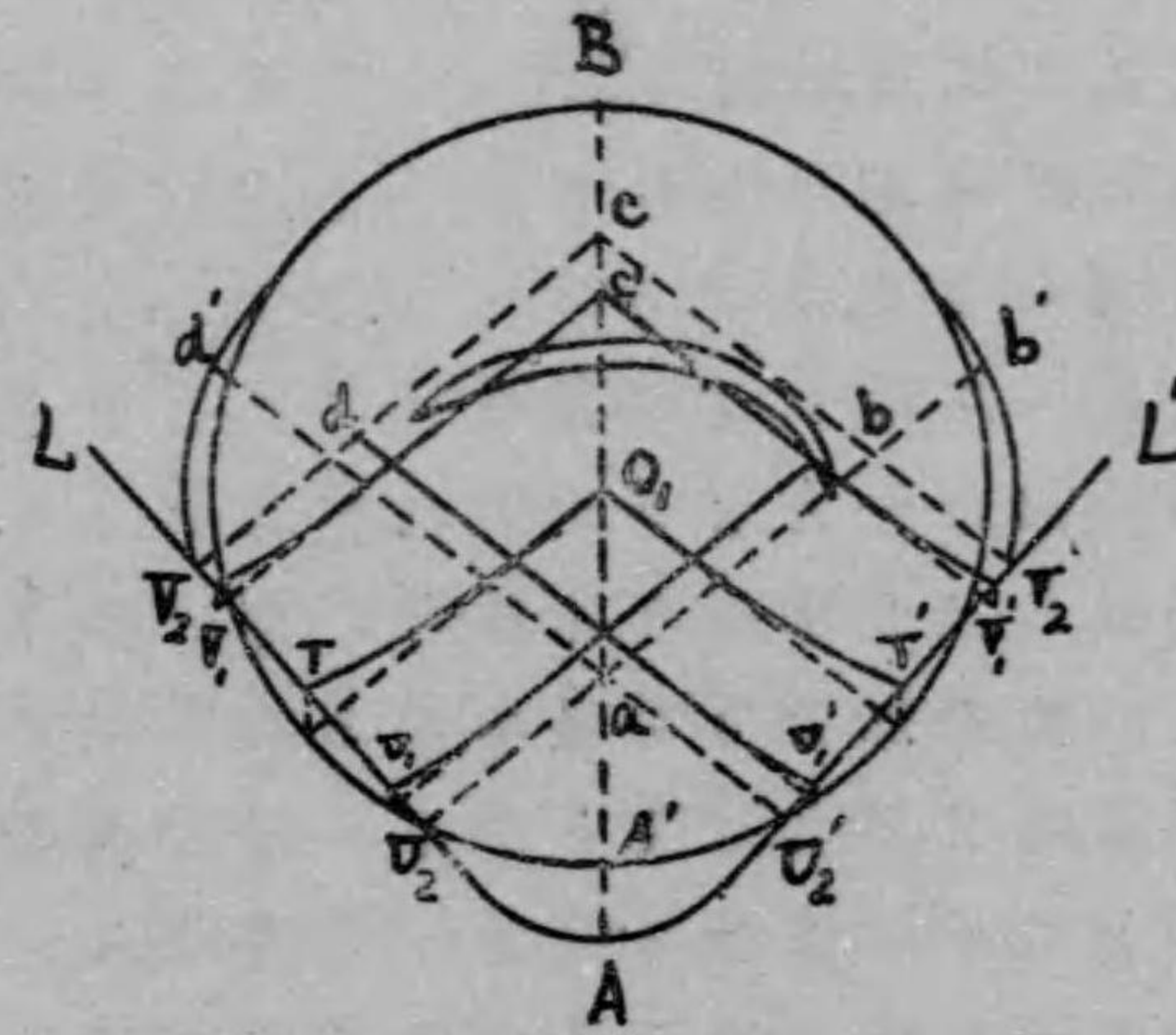
(ハ) 圖



三六 (ハ)圖のt及びt'は(□)圖中のT及びT'に相當する所なり。型の上のT、T'は此の圖に於ても同じ位置にT、T'として表はす。(□)圖のT O₁、T'O₁線は本圖に於てはT O₁、T'O₁の如く曲線となる。A', O₁, Bの三點はt Tの長さだけAの方へ近づく。型に接せる部分はV₁TU₁及びV'₁T'U'₁となる。V₁及びV'₁の兩部が型と圓周との交點ならざるはV₁TU₁t及びV'₁T'U'₁t

U₁U'₁の部に等しき面積が上方に移動したるためなり。V₁U₁及びV'₁U'₁の兩線より各々に直角なる方向にV₂U₂、V'₂U'₂を通る線を引き、此等四つの直線の交はりて出來たる平行四邊形の部分は他の部に比して硝子質の移動する事は殆んど不可能となる。切斷面の寫眞の毛細管孔をA B線上に移せばO點を得、O₁Oの距離は(□)圖より短縮される。次に起る硝子質の移動の状態を(ニ)圖を以て説明す。

(ニ) 圖



三七 (ニ)圖に於ては、T O₁、T'O₁及び(ハ)圖に於てU₁、V₁等より型に直角に引きたる線が(ハ)圖のT O₁線の如く同じ理由にて曲線となる。(ハ)圖に於て出來たる平行四邊形の部は殆んど移動せず。(ハ)圖の場合と同様にしてV₂U₂、V'₂U'₂等の所が型にはまり、O₁がOに接近し本圖の状態に於てOと一致

す。

次に説明する硝子質の移動は前(□)(△)(=)の三圖に於て説明する所と同時に起る現象なれども、便誼上此所にまとめて説明す。説明は(=)圖による。

aU_2U_2' の部は aA の方向に移動せんとし、 baU_2V_2' の部は b 又は V_2/U_2' の方向に移動せんとし、 $Bebb'$ の部は cb の方向に移動せんとし、 $bb'V_2'$ の部は上の二つの合成移動をなさんとす。AB線の左方に於ても對稱的に同様なり。 $abcd$ 部は初めは O_1 部より順次廣がりて最後に $abcd$ となりたるものなる事は勿論なり。此等の結果は

(I) aA' 線は最も引延ばされて aA となる。

(II) aU_2, aU_2' 線は A' の側に曲る。

(III) Bc 線の部は壓縮せられるよりも、左右に引かれる方大なるべき(角 deb が割合に小なる故に)によりて $dd'Bb'bc$ の部は引張られ且硝子質の移動をなす。

(IV) $d'V_2U_2add'$ の部は一方より引かれ、他方より押される故に割合に引張られる事少なく、 V_2U_2 の部は型にあたり居りて冷へ方が他の部よりも速かなるため硝子質の移動は比較的困難にて V_2U_2 を弦とする一種の弧狀の部は移動困難となりて、此の部と da 線との中間はあたかも川の流れるが狭まりたる所の如く、最も硝子質の移動多く、従つて引張られる力は最も少なき($abcd$ 線にて圍まれたる部以外に於て最も少なき)所なり。

(V) $abcd$ 部は O_1 部より始まりて順次上に述べたる如き移動の役を務めたる後最後の位置まで廣がりたるものなる故に(I)より(IV)までに述べる所の硝子質の移動も a

bcd 部の廣くなると同時に行はれたるものなり、而して $abcd$ 部の小なる間は他の部が大なる故に、 aA 線に沿ふたる部が引延ばされたる量を補ふためには硝子質の移動する距離は小にて可なり。 $abcd$ 部が大となればなる程移動の距離は長くなる。而して同部は最初より移動不可能となりて順次廣がりたるものなる故に、 O_1 部は引張られ又は押付け等の力の作用を受ける事最も少なき所なり。

(VI) 乳色硝子の影響

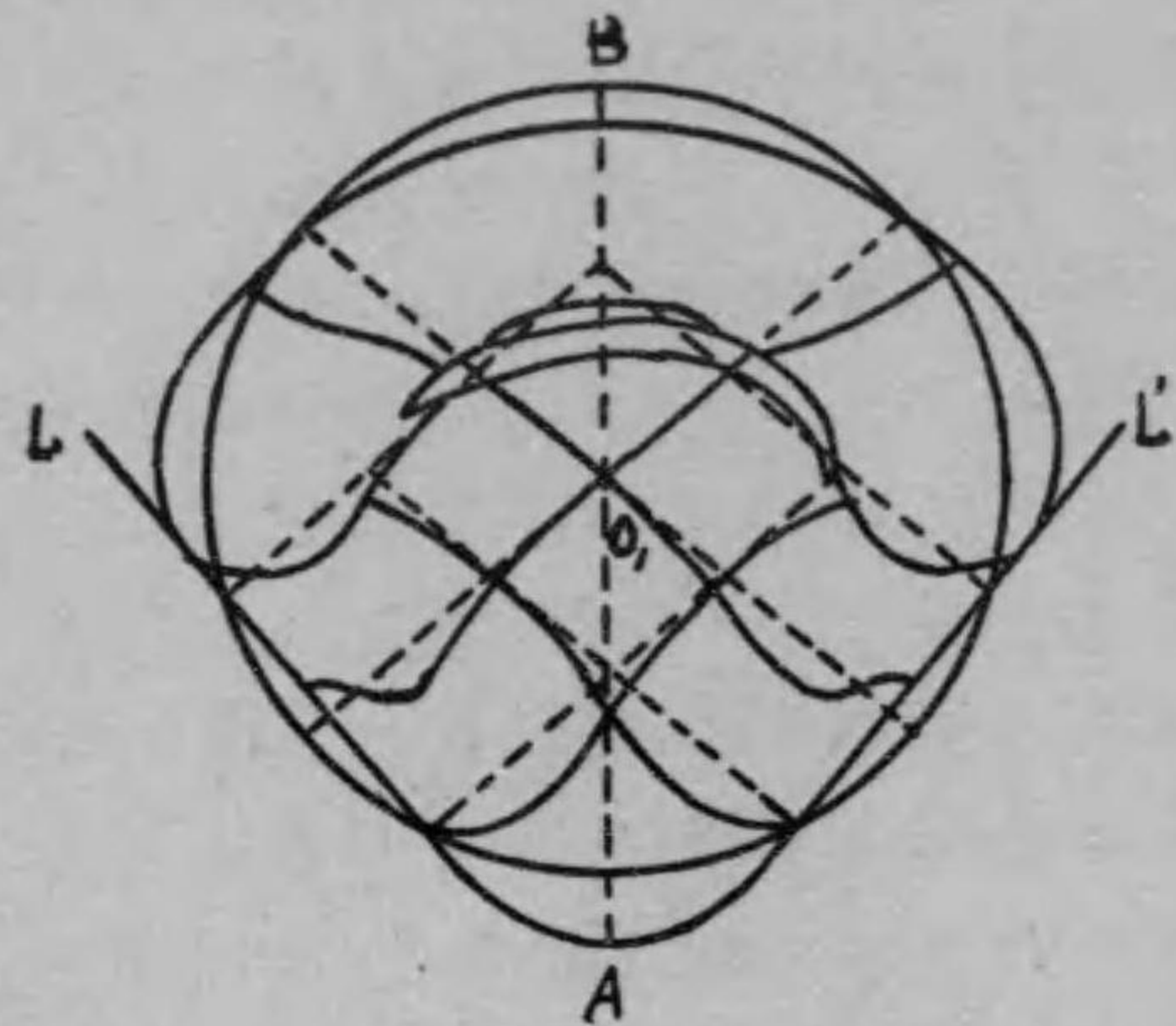
乳色硝子は他の部の硝子と異なり、巻取りの時に固形なるものを入れたるものなる故に、他の部よりも冷たく従つて移動を起し難し。故に d' 部は異なりたる形を取るべきなり、即 $V_2'c', V_1'd'$ 等の線が乳色硝子を切る場合には屈折せらるべし。

(VII) AB 線より最も離れたる所

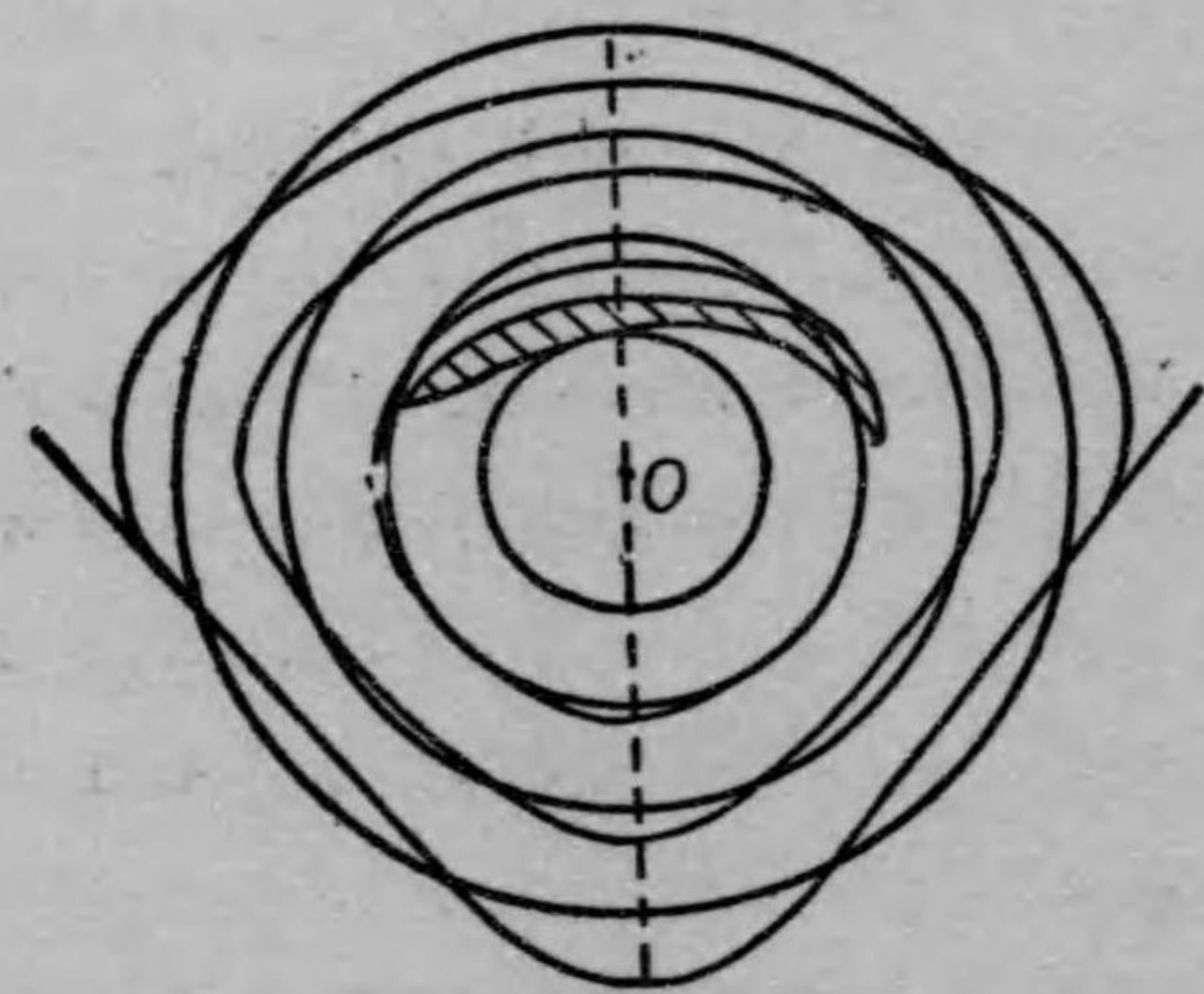
AB 線より最も離れたる所は最後の移動の場合に b 及び d の部によりて移動が限定せらるゝ故に角 abc 角 adc の二等分線上に近く押出されて生ずべし。硝子質が $U_2A U_2'$ 部に接したる後も尙型にあて居る時は、上部に於てのみ硝子質の移動を起し、 B 部が下方に來ると同時に AB 線より最も離れたる部が生ずるは角 abc の二等分線上より少しく上方なるべし。

次の(※)圖に於ては其等の線が變位したる最後の形を示す。點線は圓形の硝子ダネ中にある線にして實線は此等の點線が變位したる最後の位置を示す。

(*) 圖



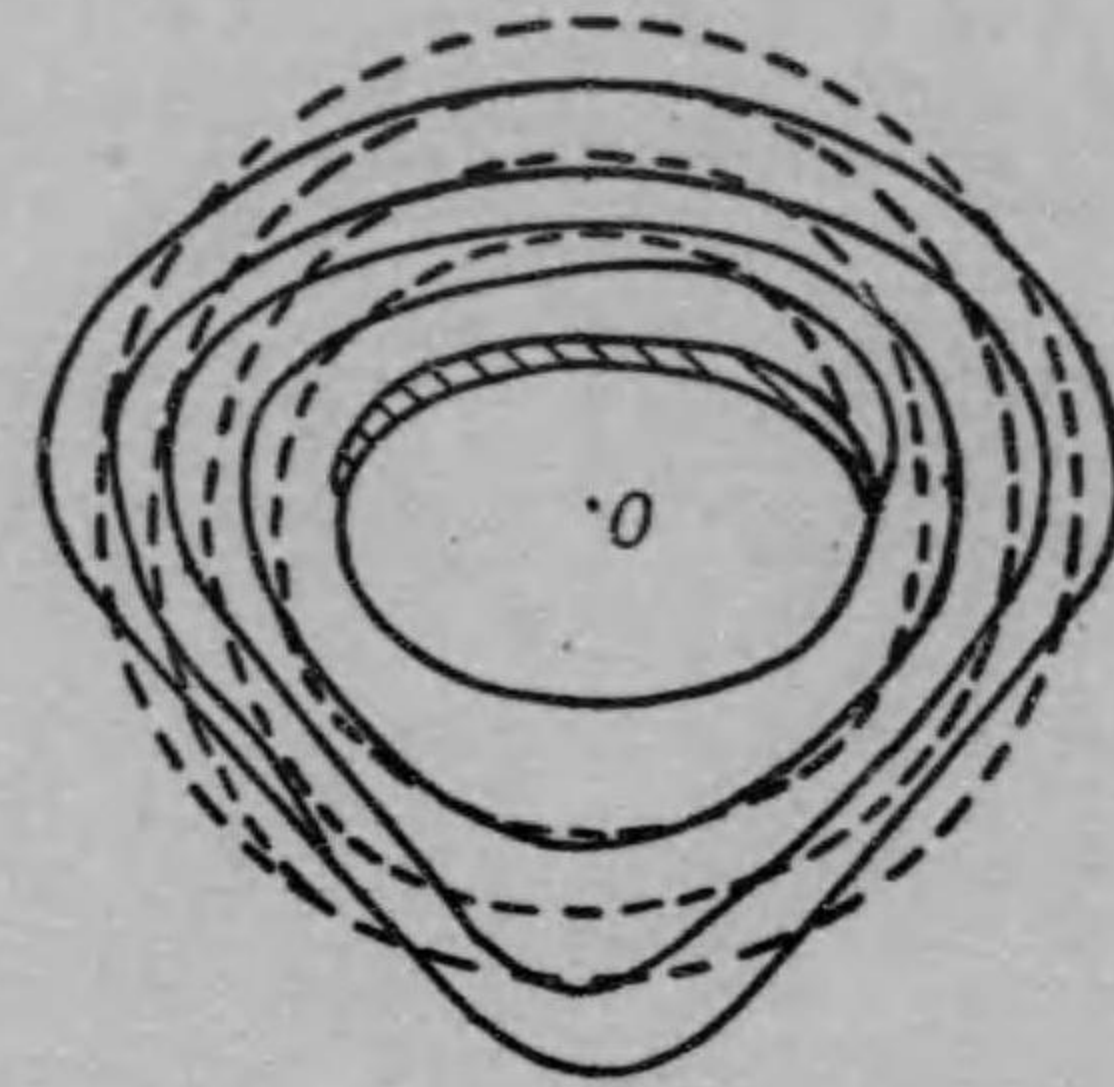
(~) 圖



(~)圖を以てはO₁を中心とする同心圓周が受ける變

位を示す。同心圓周は圓形の硝子種中にある圓にて其れの變位したる後の位置を示す。

(†) 圖



(†)圖に於ては實線を以て英國製A體溫計の切斷面の寫眞のスチを寫したるものにして、變位を起さざる以前即型にあてざる時に於て如何なる形をなせるかを、前二圖(ホ、(~))によりて描きたるものが點線なり。此の點線を見る時は、硝子ダネを切口圓形に巻取りたるものなる事を了解せらる。最も内側の線にて圍まれたる部分は毛細管孔附近にて殆んど變位を受けざる部分なり。

寫眞につきて尙少しく説明を加ふれば、三十八頁の(V)の説明によりて知る如く、毛細管孔附近の變位は極めて少なし。故に

毛細管孔の附近の縞の形は、硝子ダネ巻取りの形を殆んど其のまゝ表はす

第一圖中英國製A體溫計の切斷面の寫眞を見る時は、毛細管孔の附近は縞が圓形ならずして、橢圓形を成すは硝子ダネを巻取りて後、斯様なる形に押付けたる事を表はす、此れは第三章第二節橢圓形毛細管孔の製法の所に於て説明せる第二十五圖の寫眞と全く同様の方法にて橢圓形毛細管孔を製作せる證なり。

(=)圖の説明の(I)より(VII)までによりて、次の事を知る事を得。

烈しき變位を起さざる部分には何回巻取りてもよけれども、烈しく變位する部分は一回の巻取ならざるべからず

何とならば、温度が異なり居る故に最後に巻取りたる部分のみ速かに變位を起す故なり。

乳色硝子以後の巻取りは一回なる事を要す何とならば、乳色硝子以後の巻取りの部が變位を起す事最も烈しき故なり。第三節中硝子巻取りの回数を圖示せるものを見る時は、日本製A及び外國製品は此の要件を満足すれども、日本製B、Cは此の要件を満す様改良する事を要す

型及び硝子種の大きさ同じくとも、乳色硝子の幅及び其の毛細管孔の距離によりて、背部の曲率に相違を來たす。

何とならば、前述(VI)の説明乳色硝子の影響を見れば知らるゝ如く、乳色硝子の幅廣きか又は其の位置が毛細管孔より遠ざかり居る場合には、其の上の部の變位を起す硝子質の量少なく從つてB部が下方へ移動する事少なし。

英國製A及獨逸製Aの兩者を比較すれば此の現象を見る事を得。

第六節

硝子ダネの大きさと型の大きさととの關係

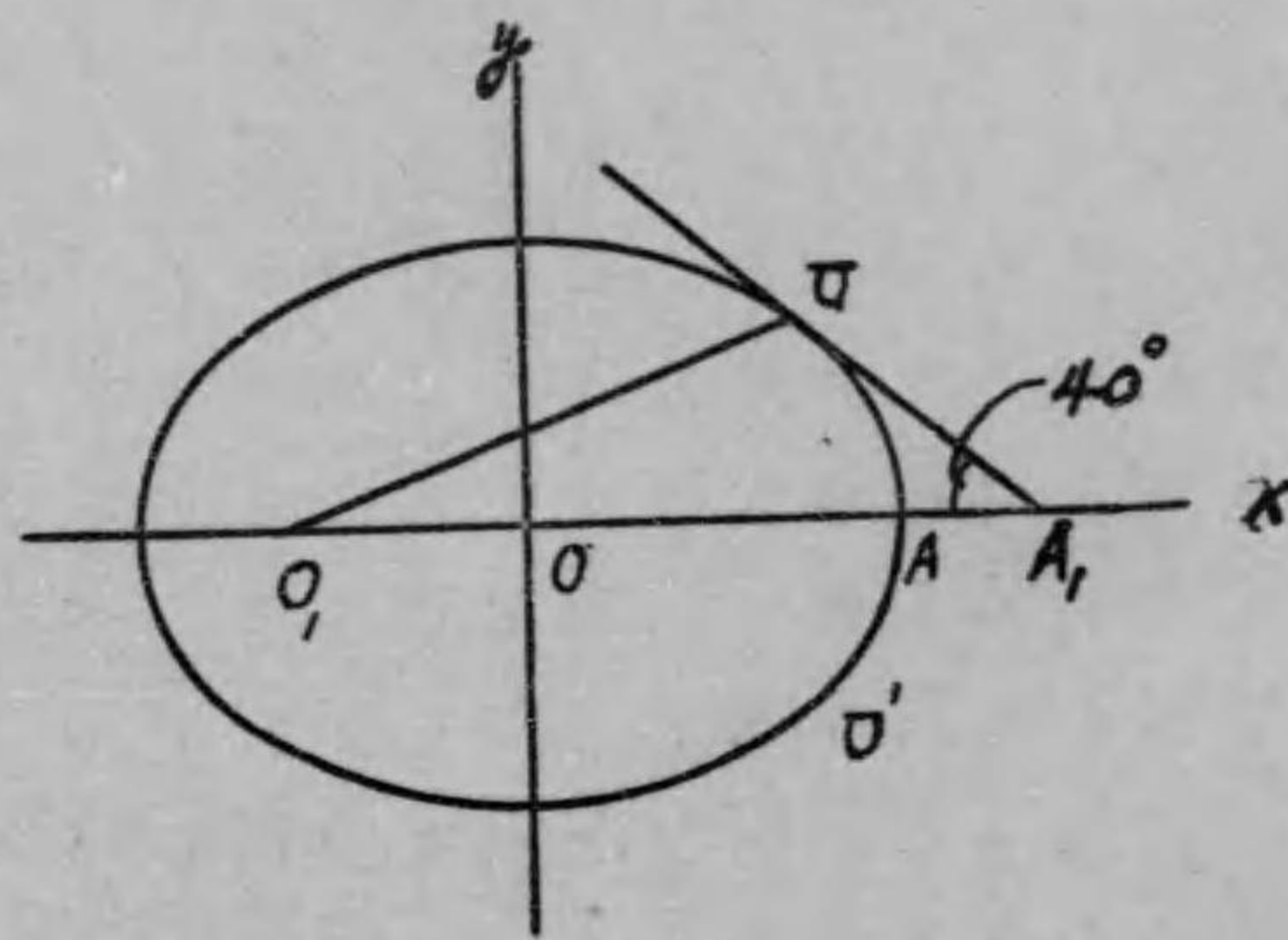
第四節に示せる型にてK K'部の橢圓の形は第一節及び第二節に於て説明せる如く、毛細管孔の位置即A點より毛細管孔までの距離によりて橢圓の大きさを異にする故にK K'部の橢圓の形及び大きさを定むれば同時に毛細管孔よりAまでの距離を定めざるべからず。本節に於て説明する所は、硝子ダネの切口が圓形なる場合に、此の圓の半径RとK K'の距離との間には次の關係が無ければならぬ事を説明す

$$252KK' = 168R$$

前節の(=)圖に於てO₁とOとが一致せり、此等兩者の一致するまではO₁を下方へ移動せしむる事必要なる故に、型にあたり居る所は直線ならざるべからず。而して此の一致が出来たる後は、O₁が尙下方へ移動する事を防がざるべからず、此の目的のためにはU₂U₂'より下方を曲線となせば可なり。而してO₁を焦點とする橢圓となさば屈折面として役立つ、又O₁を下方へ移し過ぎる事なし。第四節に於て示せる如く、英國製A體溫計の型の角度は八十度にて、或る大きさの型を作れば、K K'部の大きさも定まる故に硝子種の大きさを或る定まりたる大きさに

せざれば、KK'部が屈折面として役立つ如き位置に毛細管孔が来らず。

O_1U_2 或は O_1U_2' は硝子ダネの半径にして同時に U_2U_2' は U_2U_2' を屈折面とし O_1 を焦點とする楕圓と直線 LU_2 或は I/U_2' との接點なり。下圖に於て楕圓の中心を O とし



長軸 OA を x 軸に取り、短軸を y 軸とす。 O_1 を焦點とす。
 x 軸に 40 度の角を挟む楕圓の接線 UA_1 を引き、 U を其の接點とし、 A_1 を x 軸との交點とす。

直線 A_1U の方程式を

$$y = mx + \beta \dots \dots \dots (1)$$

とし、楕圓の方程式を

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \dots \dots \dots (2)$$

とす。(2)式の中に(1)式を代入して

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{(mx + \beta)^2}{b^2} = 1$$

を得、之を書き直して

$$\left(\frac{1}{a^2} + \frac{m^2}{b^2}\right)x^2 + 2\frac{m\beta}{b^2}x + \frac{\beta^2}{b^2} - 1 = 0 \dots \dots \dots (3)$$

直線 A_1U が接線なるためには、二つの交點が一致する故に(3)式の根は等根ならざるべからず。故に

$$\left(\frac{1}{a^2} + \frac{m^2}{b^2}\right)\left(\frac{\beta^2}{b^2} - 1\right) = \frac{m^2\beta^2}{b^4}$$

書き直して

$$\beta = \pm \sqrt{m^2a^2 + b^2} \dots \dots \dots (4)$$

(4)式を(1)式に代入して

$$y = mx \pm \sqrt{m^2a^2 + b^2} \dots \dots \dots (5)$$

即ち 2)式にて與へられたる楕圓に接し、 x 軸と成す角の正切が m なる直線の方程式は(5)式にて與へらる次に接點の坐標を求めれば、下の聯立方程式の根である

$$\begin{cases} \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1, \\ y = mx + \sqrt{m^2a^2 + b^2} \end{cases}$$

A_1U なる直線は

$$y = mx + \sqrt{m^2a^2 + b^2}$$

にて表はされ、 m の代りに

$$\tan(180 - 40) = -\tan 40$$

を代入すればよろし。聯立方程式を解けば

$$x = -\frac{ma^2}{\sqrt{m^2a^2 + b^2}}$$

$$y = \frac{b^2}{\sqrt{m^2a^2 + b^2}}$$

を得。此れはU點の坐標なり。故にx軸に對して線對稱の點をU'とすれば、UU'の長さは

$$UU' = 2y = \frac{2b^2}{\sqrt{m^2a^2+b^2}} \dots\dots\dots(6)$$

焦點O₁の坐標は(-ae,0)にて、eは離心率なり。eの値は

$$e = \frac{\sqrt{a^2+b^2}}{a}$$

故にO₁の坐標は又(-√(a²+b²),0)なり

故にO₁よりUまでの距離は

$$O_1U = \sqrt{\left(\frac{-ma^2}{\sqrt{m^2a^2+b^2}} + ae\right)^2 + \left(\frac{b^2}{\sqrt{m^2a^2+b^2}}\right)^2} \dots\dots(7)$$

さて第五節(=)圖に於てO₁U₂は此のO₁Uに相當し、U₂U₂'はUU'に相當す。(6)式及び(7)式を英國製A體温計の切斷面につきて計算すれば、第二節によりて

$$a = 16.8 \text{ ミリメートル}$$

$$b = 12.6 \text{ "}$$

$$ae = 11.2 \text{ "}$$

$$-m = \tan 40 = 0.8391$$

四六 此等の値を代入して

$$UU' = 16.796 = 16.8 \text{ ミリメートル}$$

$$O_1U = 25.16 = 25.2 \text{ "}$$

を得。故に型にあてたる場合には

$$O_1U : UU' = 25.2 : 16.8$$

O₁UはR, UU'はKK'に相當する故に

$$R : KK' = 252 : 168$$

$$252 KK' = 168R$$

上の關係式を得たり。

前にシンプソン氏の法にて測りたる圓の半径は23.42ミリメートルとなり、此所のO₁Uの長さ25.16ミリメートルとの間には1.74ミリメートルの差を生ぜり又英國製A體温計の屈折面の大きさが17.2ミリメートルにて此所のUU'の長さ16.8ミリメートルとの間には0.4ミリメートルの差を生ぜり。

此の原因として考へられる事は、硝子管を引く場合に型の直線の部が彎曲したるためにUU'の長さよりも屈折面が廣くなり従つて此の直線の部が内側に變曲したる所を以て變曲せざる前の型にて計算せるO₁Uの長さが實測の圓の半径よりも大となりたるものと考ふ。

第七節

棒狀體温計の型の角度の限界

本節に述ぶる所は棒狀體温計の製管時に最も大切な所、硝子ダネの切口を圓形となすために必要な型の角度の限界を決定せるものにて、此の限界の角度は六十七度半なり

硝子ダネの形を切口圓形となす事によりて得らるる利益を擧ぐれば

- (1) 製管の失敗甚だ少なし。

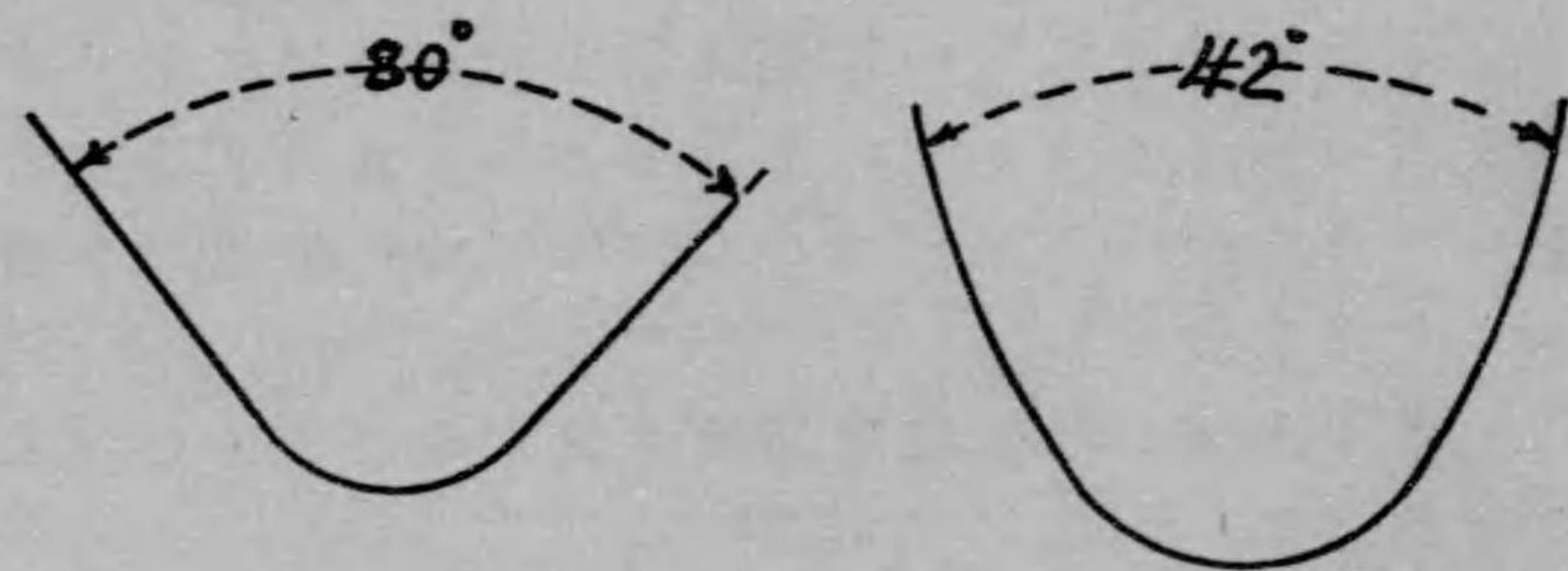
何とならば、硝子ダネの切口の圓形を一定の大きさにし置かば中心即毛細管孔の位置は常に一定にして、此れを又一定の大きさの型にあてる故に、第五節に述べし事によりて毛細管孔の移動一定にして、型にて定められたる屈折面に對して毛細管孔の位置を製管毎本につき常に一定の位置に置く事を得。又毛細管孔附近の硝子質は型にあてると間もなく移動殆んど不可能となる故に毛細管孔を切口橢圓形に爲す時に其の形に變化を起さず

(2) スヂが同心形に近くなる事

スヂが同心形に近き螺旋形をなせば、水銀糸を擴大して見る場合に屈折面の形のみを整へればよく、不規則なる内部の反射及び屈折を避け得られ水銀糸の像を同一平面上に置く事を得るが故に快感を以て示度を讀み取る事を得、又硝子を美しく見えしむ

(3) 製管作業容易なる故に廢物の生ずる事少なく經濟上大なる利益を得

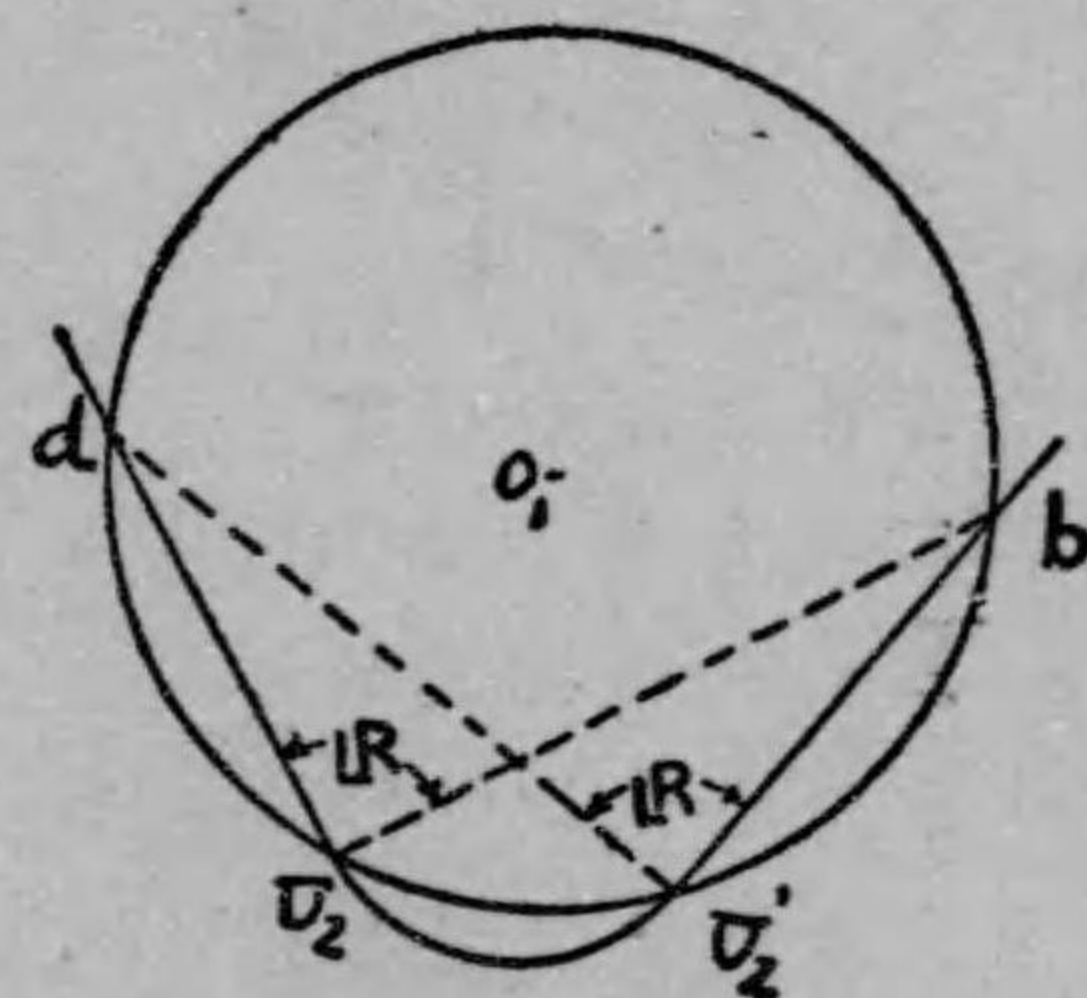
次圖を以て示せるは型の切口にて、(a)圖を以て英國



製 A 體溫計及び他の英國製品、及び獨乙製 A 體溫計の型を示す。角度は八十度なり。(b)圖は日本製 B 及び C 體溫計の型の切口を示す。角度は四十二度なり。

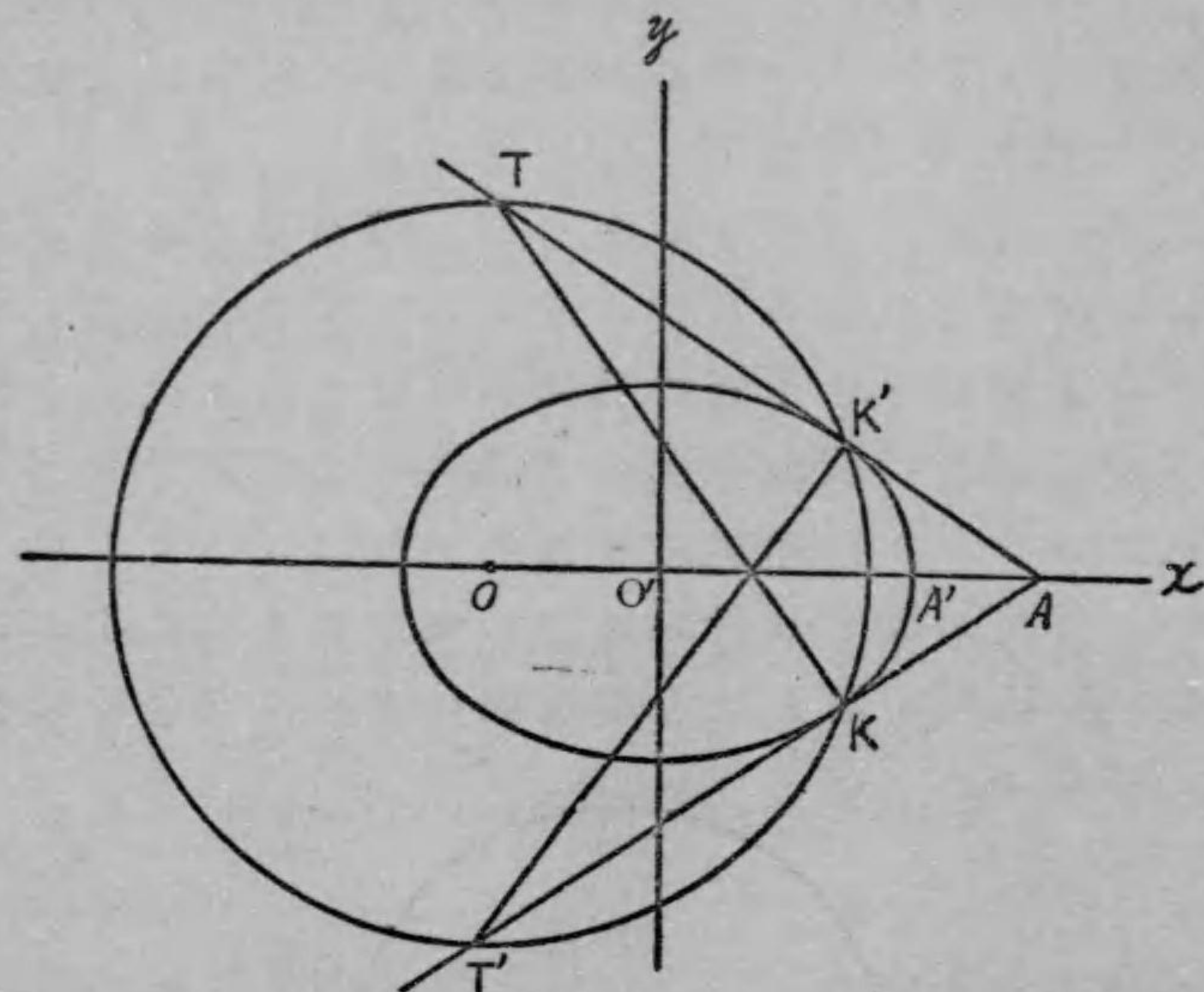
(b)圖の如き限界角六十七度半より小なる角度を有する型を使用する時は切口圓形なる硝子ダネを卷取る事能はざる事を證明せん。寫真に於て見る如く日本製 B, C 體溫計が複雑なる縞を有するは此の理由によりて、切口圓形の硝子ダネを卷取る事能はざるが故に、硝子種卷取りに多大の苦心の跡を見ると同時に複雑なる縞の形狀を呈するなり。

第五節中に説明せる如く切口圓形なる硝子ダネを型にあてる時は、型の側壁より直角に引きたる線にて圍まれたる部分は、硝子質の移動不可能となる故に、次圖の如く型の側壁の直線の部の下端 U, U' まで硝子ダネが移り、次に硝子ダネ内部に於て移動を行はんとする時に、若し b, d の所が型に一致し即型の側壁に垂直に引きたる直線 U, b, U', d が圓と型との交點に來れば其の時以後は



硝子質の移動する事は殆んど不可能となり、型の如くに爲す事能はず。故に U_2b, U_2d 線が型と圓との交點に一致する如き型の角度を限界角となす。

次圖に於て、 $T K' A' K T'$ を型の切口とす。此の型の $K A' K'$ の部は屈折面にして、硝子の屈折率を n とすれば $\frac{1}{n}$ を離心率とする楕圓なり。此の楕圓の中心を O' とし、焦點を O とす。



五〇 此の焦點 O に毛細管孔を有せざるべからず、故に巻取りたる硝子ダネの切口の大きさは、 $O K'$ を半徑とする圓ならざるべからず。故に此の楕圓に K, K' を通り切線 $T K' A, T' K A$ を引き、 O を中心とし $O K$ を半徑とする圓を描き切線との交點を夫々 T 及び T' とす、 $T K, T' K'$ を結ぶ。然かる時に角 $T K T'$ 及び角 $T K' T'$ が直角なる時は、其の

場合の角 $T A T'$ は型の角度の限界角なり。

角 $T A T'$ を求むる前に、 A 點の坐標を求めんとす。楕圓の中心 O' を原點とし、 $O' A'$ 即長軸を x 軸、 O' より $O A'$ に直角なる直線 $O y$ を y 軸に取る。

楕圓の方程式は

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \dots\dots\dots(1)$$

A 點の坐標を $(\mu a, 0)$ とす。

K, K' は A の polar であるから

$$\frac{\mu a x}{a^2} + \frac{y \times 0}{b^2} = 1$$

即

$$x = a/\mu$$

従つて $x = a/\mu$ は K 及び K' の x 坐標である。此れを(1)式に代入すれば

$$\begin{aligned} y^2 &= \frac{b^2}{a^2} \left(a^2 - \frac{a^2}{\mu^2} \right) \\ &= \frac{b^2(\mu^2 - 1)}{\mu^2} \end{aligned}$$

故に K の y 坐標は

$$-\frac{b\sqrt{\mu^2 - 1}}{\mu}$$

にて K' の y 坐標は

$$\frac{b\sqrt{\mu^2 - 1}}{\mu}$$

直線 $A K'$ は A 及び K' を通る故に直線 $A K'$ の方程式は

$$y = \frac{\frac{b\sqrt{\mu^2-1}}{\mu}}{\frac{a}{\mu} - \mu a} (x - \mu a)$$

或は

$$y = \frac{-b}{a\sqrt{\mu^2-1}} (x - \mu a) \dots\dots\dots(2)$$

圓の方程式は、中心が $(-ae, 0)$ なる故に、又半徑 OK は

$$OK = a + e \frac{a}{\mu} = a \frac{\mu+e}{\mu}$$

なる故に $(e$ は離心率)

$$(x + ae)^2 + y^2 = a^2 \frac{(\mu+e)^2}{\mu^2} \dots\dots\dots(3)$$

(2)(3)の交點を求むるために(2)式を(3)式に代入し、離心率 e の性質

$$b^2 = a^2(1-e^2)$$

を用ひて

$$(x + ae)^2 + \frac{a^2(1-e^2)}{a^2(\mu^2-1)} (x - \mu a)^2 = a^2 \frac{(\mu+e)^2}{\mu^2}$$

$$(\mu^2-1)(x+ae) + (1-e^2)(x-\mu a)^2$$

$$-\frac{a^2}{\mu^2} (\mu+e)^2 (\mu^2-1) = 0$$

$$(\mu^2-e^2)x^2 + 2a(e\mu^2 - e - \mu + e^2\mu)x + a^2e^2(\mu^2-1)$$

$$+ \mu^2 a^2(1-e^2) - \frac{a^2}{\mu^2} (\mu+e)^2 (\mu^2-1) = 0$$

$$(\mu-e)x^2 + 2a(e\mu-1)x + a^2(\mu-e)$$

$$-\frac{a^2}{\mu^2} (\mu+e)(\mu^2-1) = 0$$

(2)と(3)とは K' にて交はる故に、上の方程式の一つの根は K' の x 坐標 a/μ であるべきなり。他の根は二根の和より a/μ を引きたるものなり。此の他の根は即ち T 點の x 坐標である。 T 點の x 坐標 x は

$$x = \frac{-2a(e\mu-1)}{\mu-e} - \frac{a}{\mu}$$

$$= a \frac{-2e\mu^2 + \mu + e}{\mu(\mu-e)}$$

T 點の y 坐標は、此れを(2)式に代入して

$$y = -\frac{b}{a\sqrt{\mu^2-1}} \left(a \frac{-2e\mu^2 + \mu + e}{\mu(\mu-e)} - \mu a \right)$$

$$= \frac{b\sqrt{\mu^2-1}(\mu+e)}{\mu(\mu-e)}$$

次に KT の方向係数は直線 KT が二點 K 及び T を通る故に

$$\frac{\frac{b\sqrt{\mu^2-1}(\mu+e)}{\mu(\mu-e)} + \frac{b\sqrt{\mu^2-1}}{\mu}}{\frac{a(-2e\mu^2 + \mu + e)}{\mu(\mu-e)} - \frac{a}{\mu}} = \frac{-b\mu}{ae\sqrt{\mu^2-1}}$$

直線 AK' の方程式は2式にて、其の方向係数は

$$-\frac{b}{a\sqrt{\mu^2-1}}$$

なり。

従つて直線 AK の方向係数は

$$+\frac{b}{a\sqrt{\mu^2-1}}$$

なり。KT は AK に直角なる故に

$$-\frac{b\mu}{ae\sqrt{\mu^2-1}} \frac{b}{a\sqrt{\mu^2-1}} = -1$$

書き直して

$$\frac{b^2}{a^2} \mu = e(\mu^2 - 1)$$

而して

$$b^2 = a^2(1 - e^2)$$

なる故に

$$(1 - e^2)\mu = e(\mu^2 - 1)$$

書き直して

$$(\mu + e)\left(\mu - \frac{1}{e}\right) = 0$$

$\mu = -e$ の時は A 點の坐標は $(-ae, 0)$ となりて、橢圓内に來る故に切線が虚線となる、故に之を捨て

$$\mu = \frac{1}{e}$$

の方を取る。従つて A 點の坐標は $(a/e, 0)$ にて即ち準線が x 軸と交はる點である。

五四

次に橢圓の切線にて x 軸と成す角の正切が m なるものゝ方程式は

$$y = mx \pm \sqrt{m^2 a^2 + b^2}$$

にて、 $y = 0$ と置けば

$$x = \pm \frac{\sqrt{m^2 a^2 + b^2}}{m}$$

A 點の坐標 $x = a/e$ を代入すれば

$$\frac{a}{e} = \pm \frac{\sqrt{m^2 a^2 + b^2}}{m}$$

書き直して

$$e^2(m^2 a^2 + b^2) = m^2 a^2$$

此れに

$$e^2 = (a^2 + b^2)/a^2$$

を代入すれば

$$\frac{a^2 - b^2}{a^2} (m^2 a^2 + b^2) = m^2 a^2$$

故に

$$m^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$$

$$m = \pm \sqrt{\frac{a^2 - b^2}{a^2}} = \pm e$$

故に角 TAO の正切は $-e$ にて

角 T'A O の正切は $+e$ なり。

此の離心率 e は硝子内部の橢圓に於ては、第一節によりて $1/n$ なり、 n は硝子の屈折率なる故に 1.5 とし計算し角 TAT' を 2α とすれば

$$\tan \alpha = m = 1/n = 1/1.5$$

$$\alpha = 33^\circ 41' 24''$$

故に 2α 即角 TAT' は

$$\text{角 TAT}' = 67^\circ 22' 48''$$

を得。硝子の屈折率 n は 1.5 附近なる故に

角 TAT' を 六十七度半とす。

五五

第二章

平型體温計毛細管の 切斷面の形狀に就て

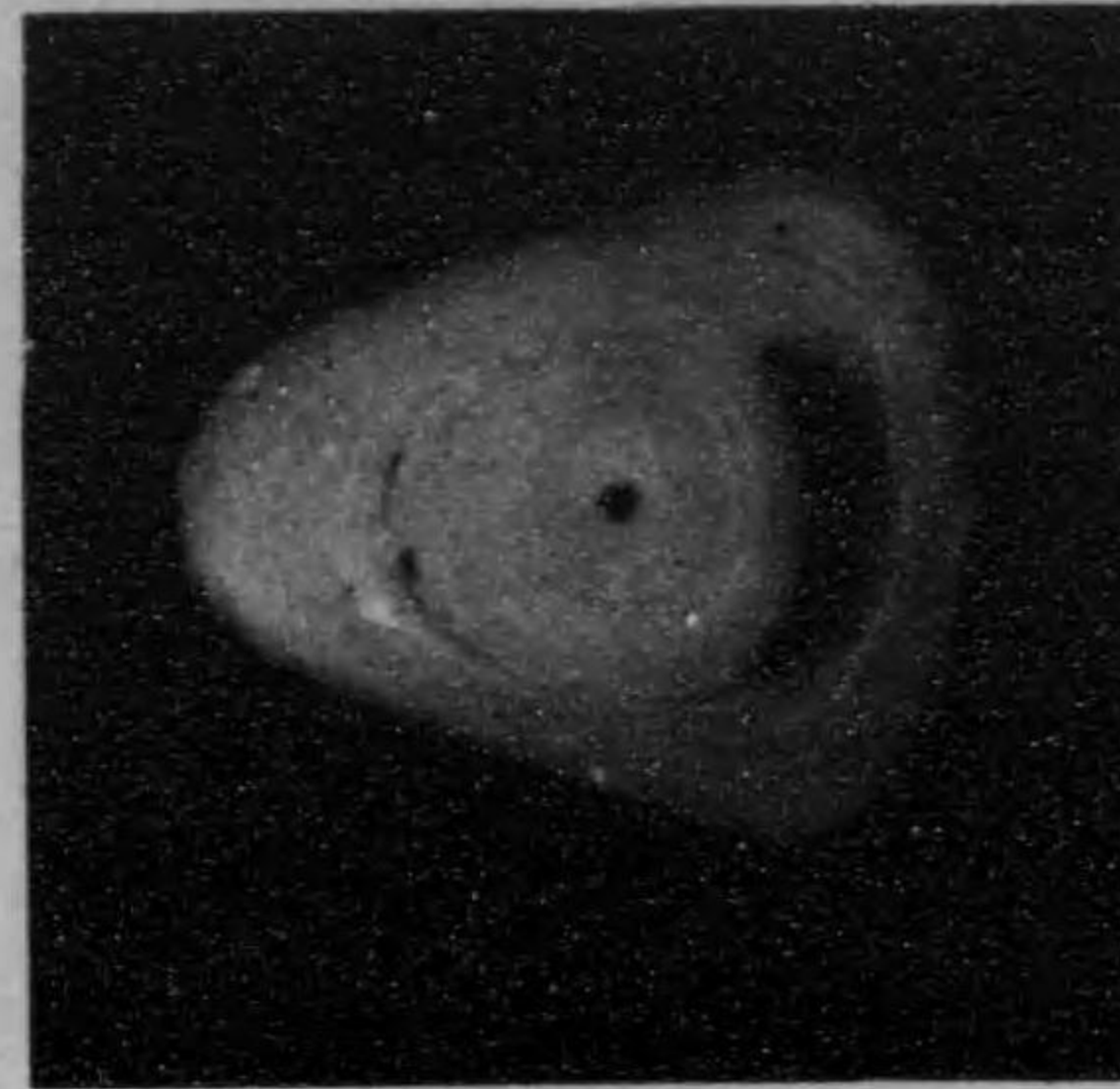
本章に於て述ぶる所は、平型體温計の毛細管の切斷面の形狀にて、第一章中に記述せる事は全部あてはまるものなれども、此處には省略し、唯平型體温計として特に必要なる事項につきてのみ説明せんとす。

第一節

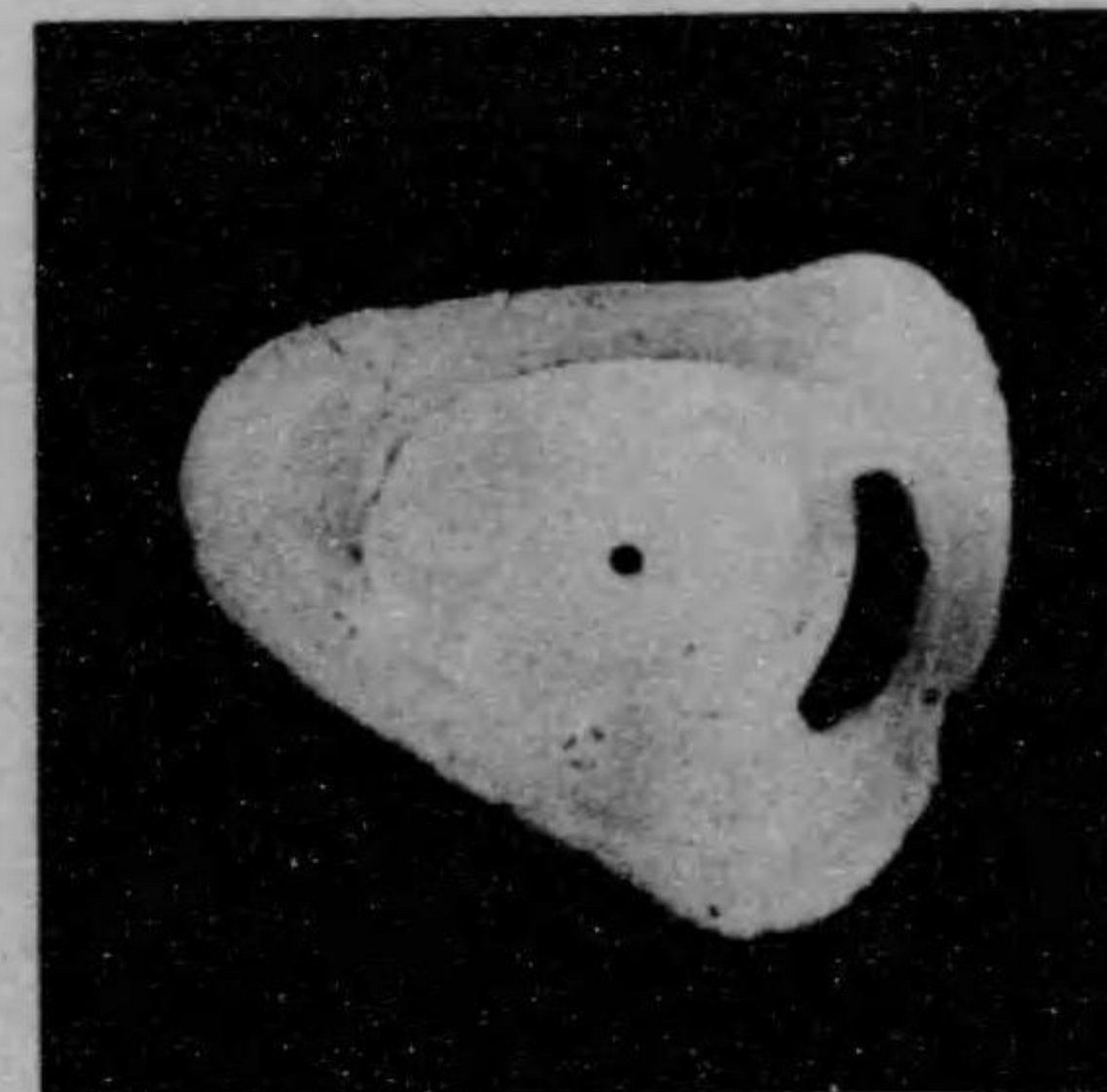
毛細管切斷面の形狀

第七圖より第十四圖までに擧ぐる寫眞は、日本製平型體温計數種と獨逸製 B 及 C 體温計との毛細管の切斷面なり。平型體温計の場合には棒狀體温計の場合と異なり、毛細管の背面に刻度板を有し、又屈折面の大きさの毛細管孔の大きさに對する比は、棒狀體温計の場合より遙かに小なり。故に屈折面と毛細管孔の位置との關係は、第三章第三節に述ぶると同様の理にて、棒狀體温計の場合に比して遙かに嚴密ならず。従つて切斷面の縞の形狀が同心形に近からずとも、毛細管孔の大なる（屈折面に比して）ために、水銀糸の像に影響する所は少なし

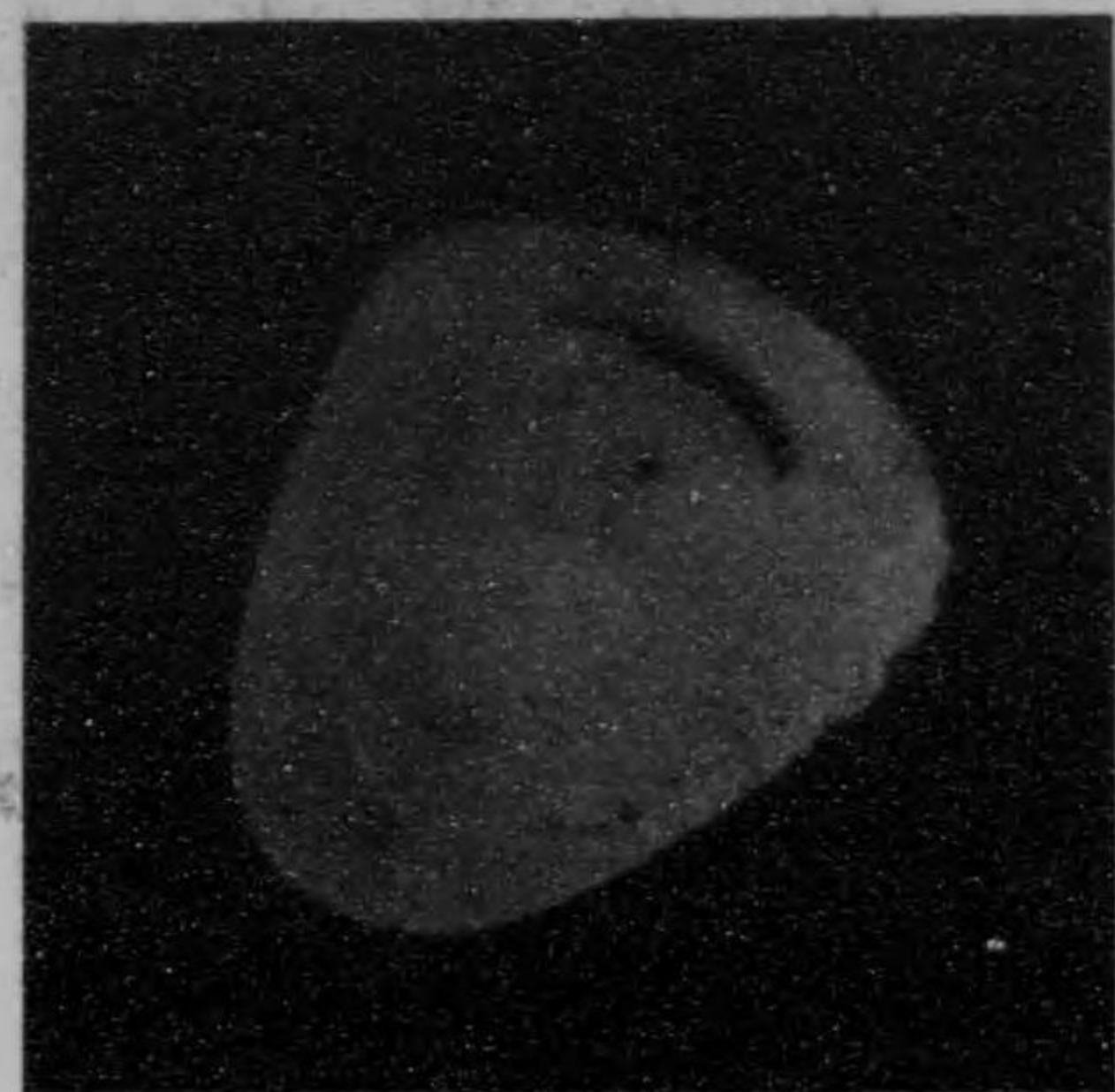
第七圖
獨逸製 B



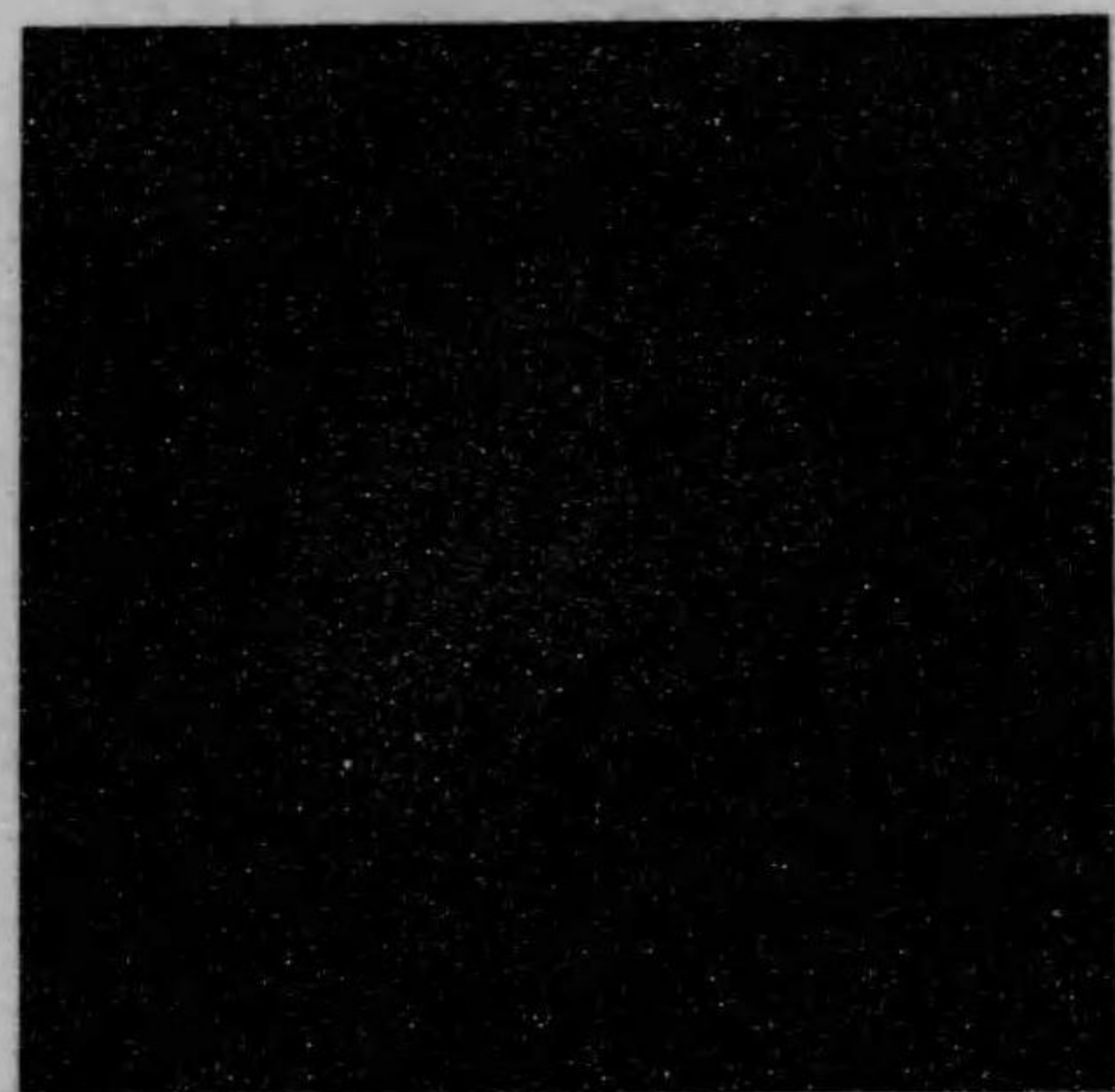
第八圖
獨逸製 C



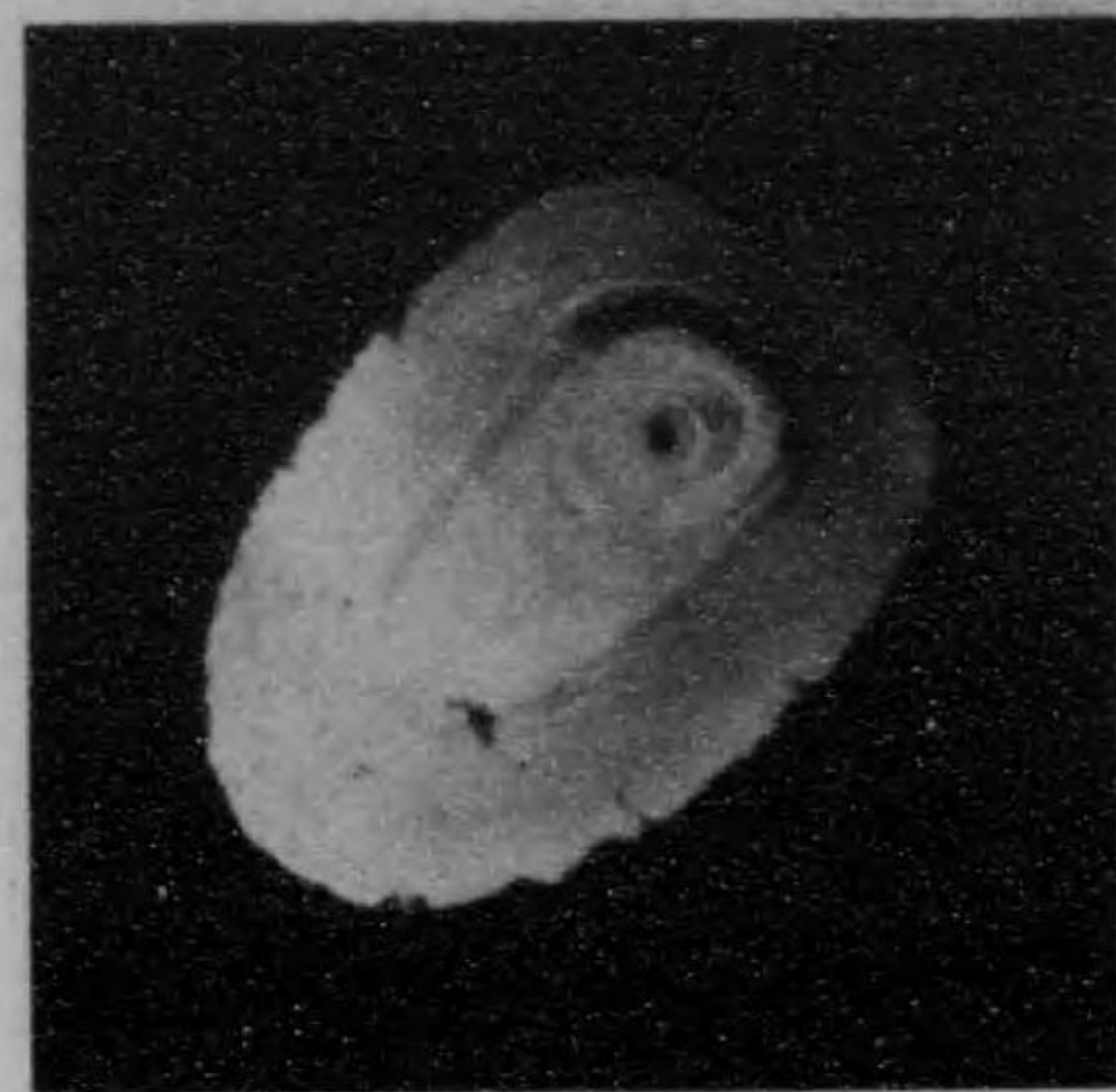
第九圖
日本製 K



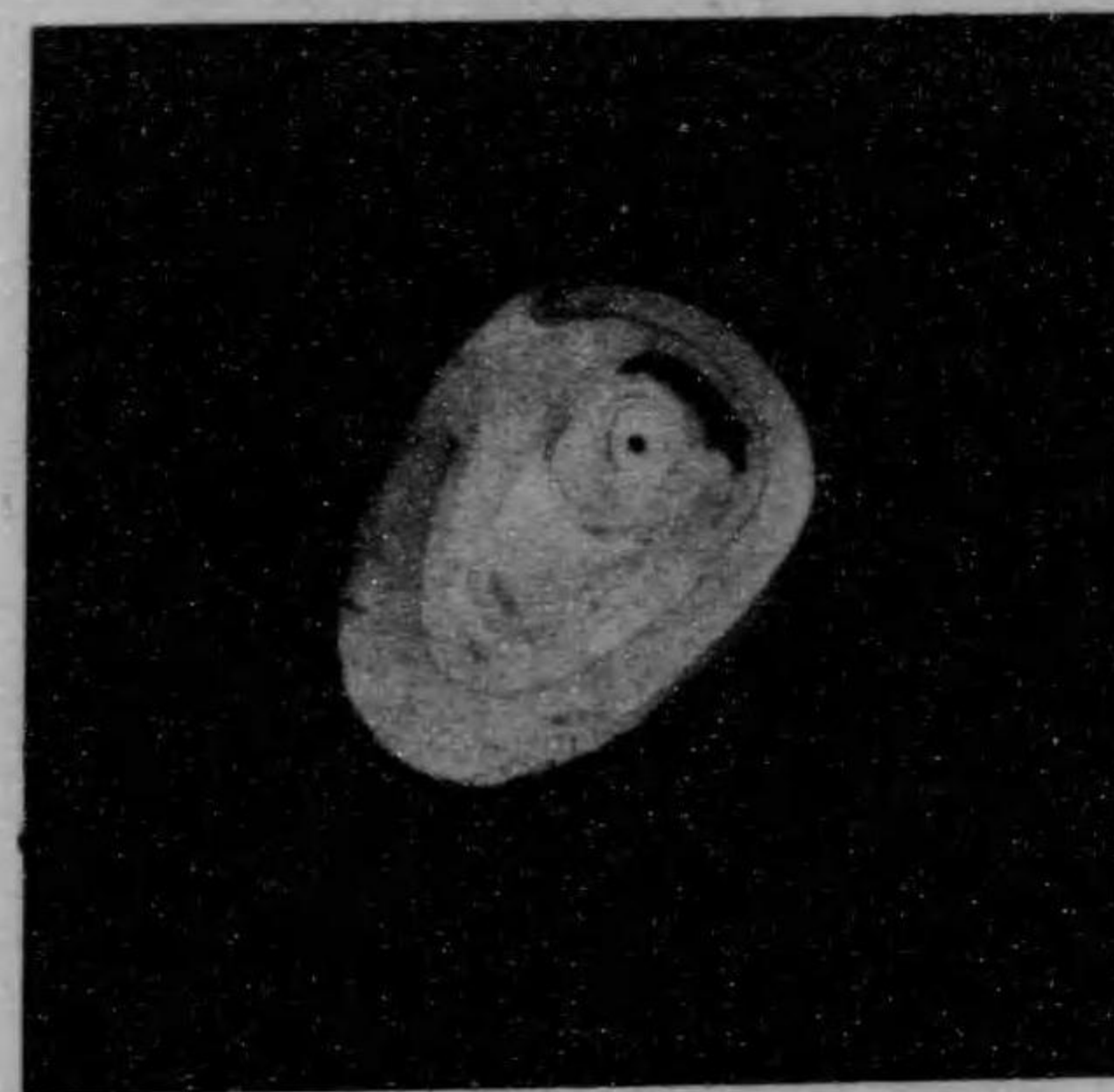
第十圖
日本製 M



第十一圖
日本製 J



第十二圖
日本製 O



第十三圖
日本製 Q

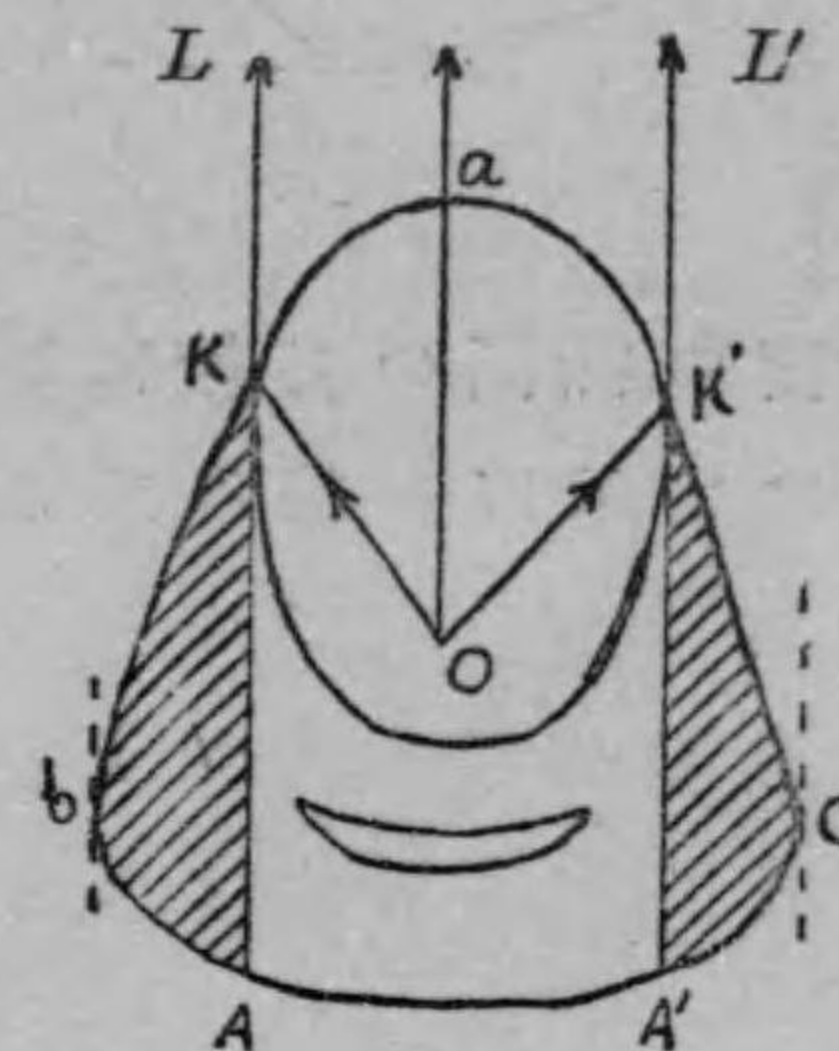


第十四圖
日本製 V



故に平型體溫計の毛細管に於ては、縞が同心形なる事は餘り重大なる問題ならず。棒狀體溫計と異なりて、特に大切なる所は、水銀糸の像と刻度板の目盛との間に白色の目盛のなき部分の生ずる事なり。此の目盛の無き部分の幅が大なれば大なる程水銀糸を見る場合に示度の讀取りに不便を感じ、且體裁よろしからず。

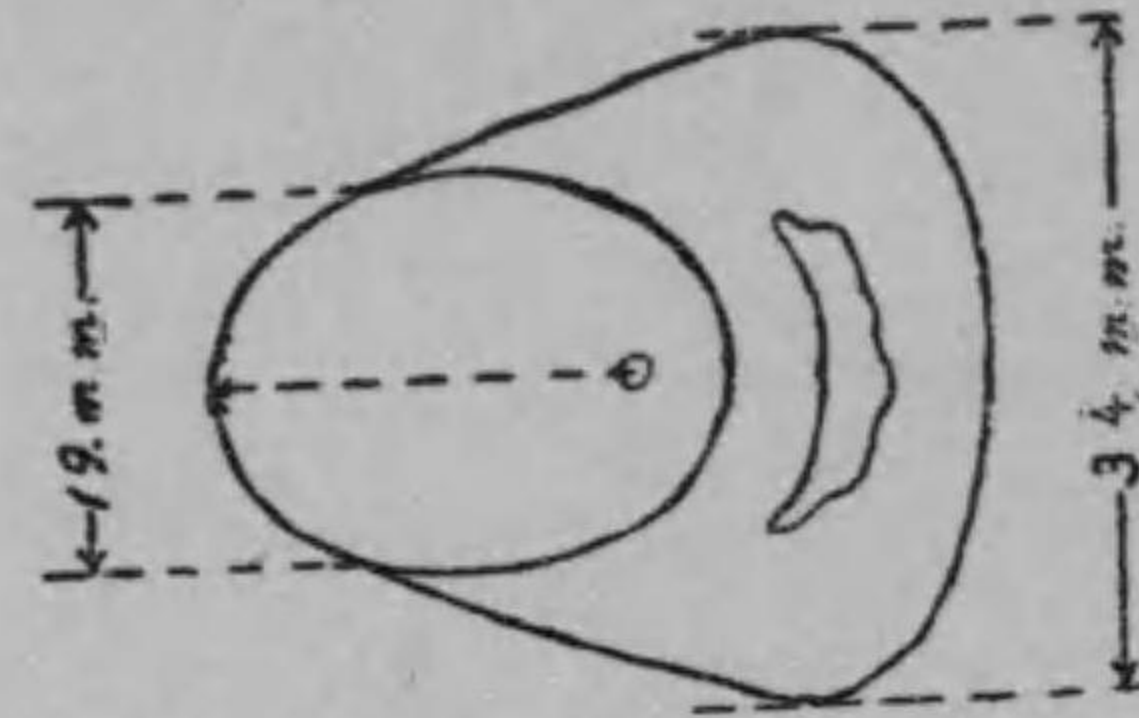
溫度計ニ關スル調査



上圖は毛細管の切斷面を描きたるものにして、其の輪廓を a b c にて示す。毛細管孔 O より出て、屈折面 K a K' にて平行光線となりて出する光線を KL, K' L' にて表はす。KL, K' L' を延長して背面の輪廓線と交はる點を A A' とす。然る時は KbA, K' e A' 部は水銀糸の兩側に生ずる所の目盛線の見えざる部を形成す。此の b 及び e は夫々 KA, KA' に平行にして KbA 部及び K' e A' 部に接する線の接點とす。b より KA に到る距離及び e より K' A' に至る距離の小なるものを良しとす。

第七圖より第十四圖までのものにつきて、此の不要なる部の大小を、次圖以下に寫して示す。

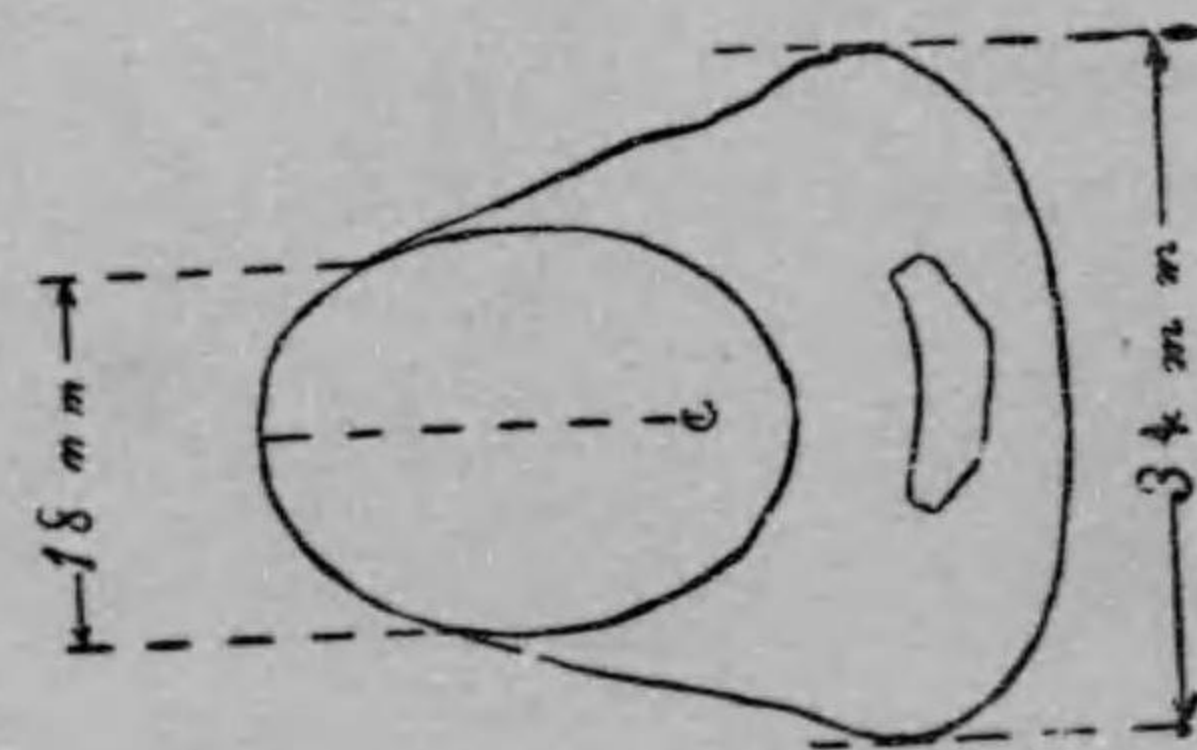
獨乙製 B



外輪廓に接し且屈折面の橢圓の長軸に平行なる二つの平行線間の距離は、眼にて示度を讀み取る場合の毛細管の幅なり。前圖の KA, K' A' の二つの平行線間の距離は水銀糸の幅なり。此等兩者の比が 1 に近きものを良しとす。獨乙製 B に於て上圖によりて測りたるものを示せば

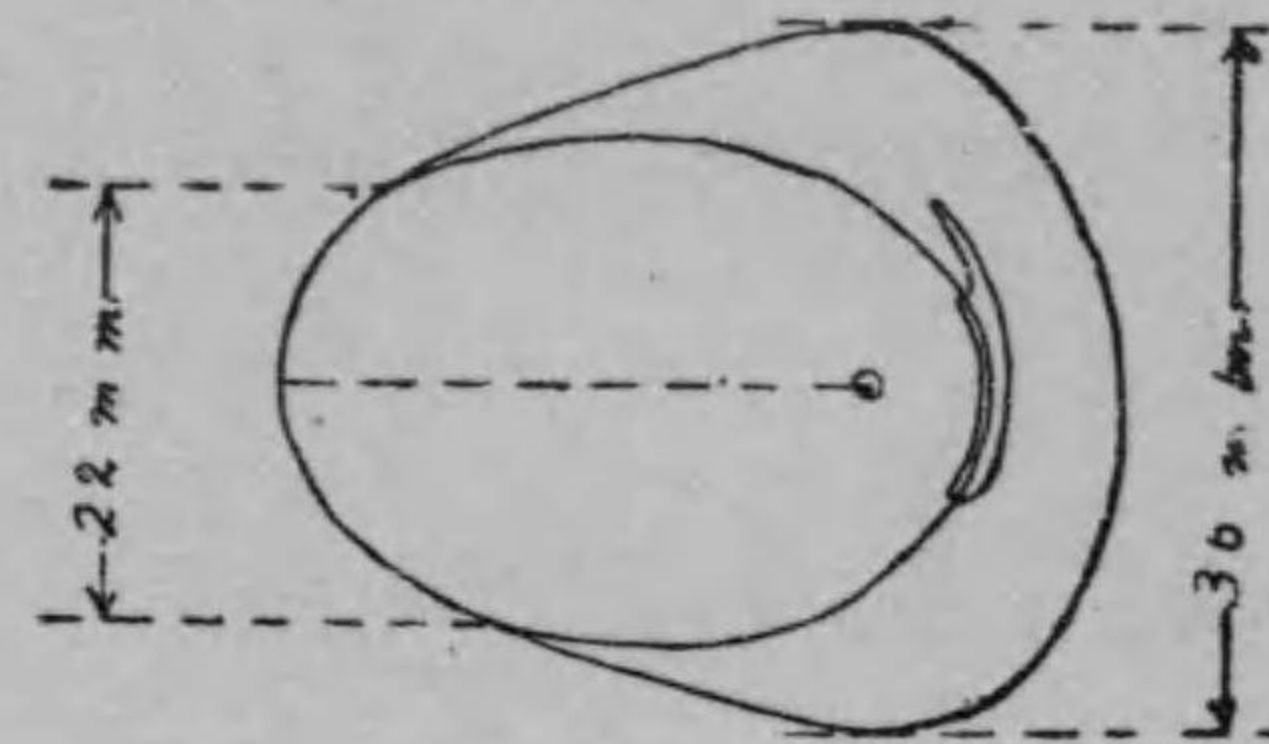
$$\text{比の値} = \frac{19}{34} = 0.56$$

獨乙製 C



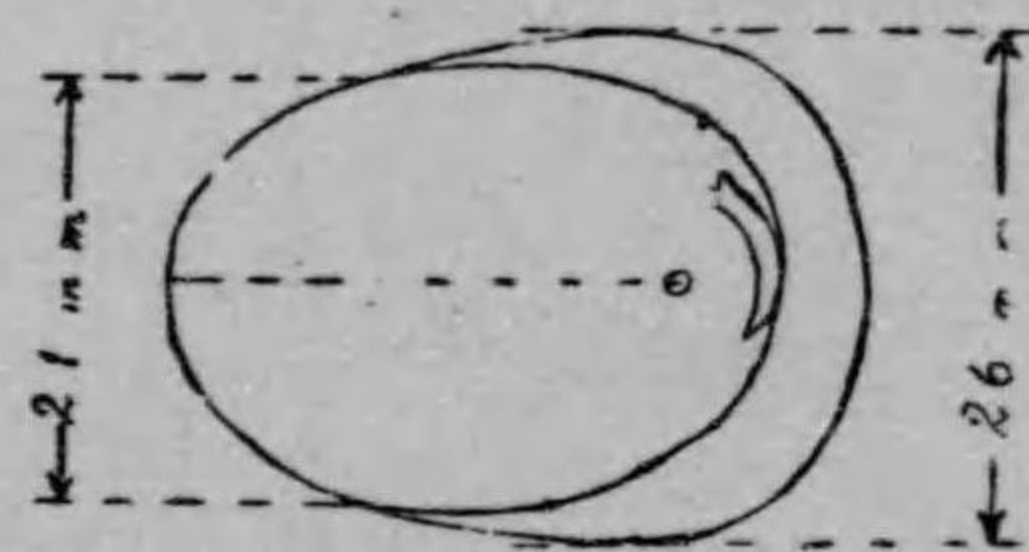
$$\text{比の値} = \frac{18}{34} = 0.50$$

日本製 K



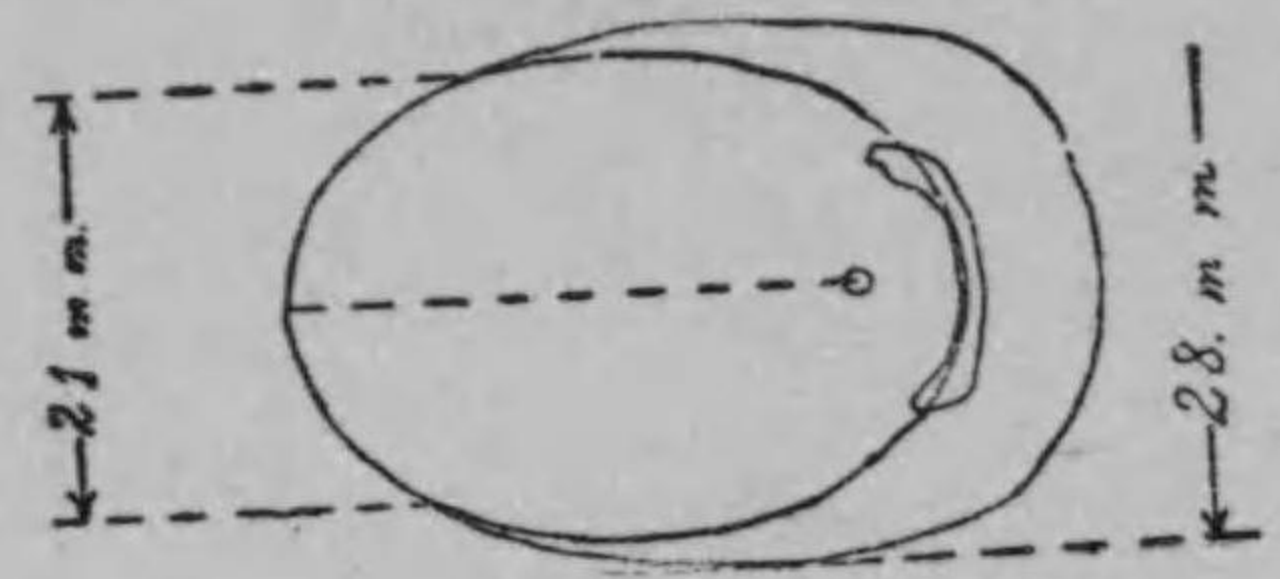
$$\text{比の値} = \frac{22}{36} = 0.61$$

日本製 M



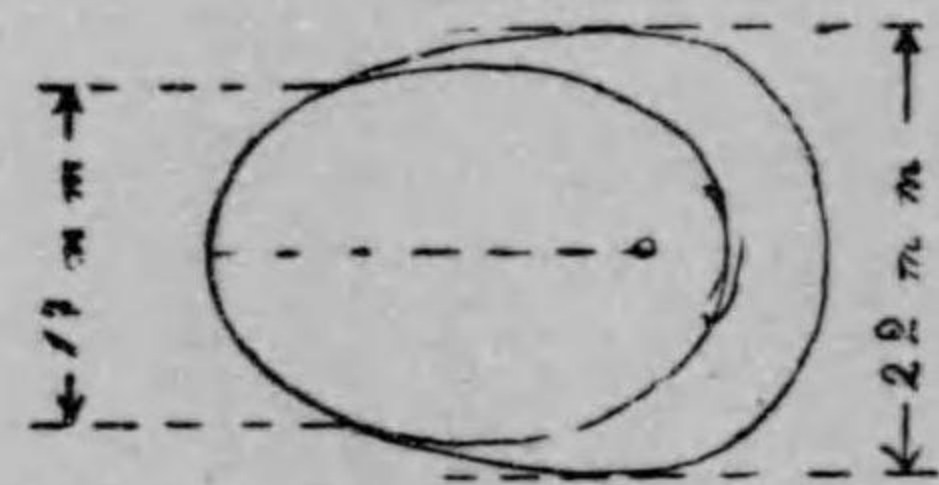
$$\text{比の値} = \frac{21}{26} = 0.81$$

日本製 J



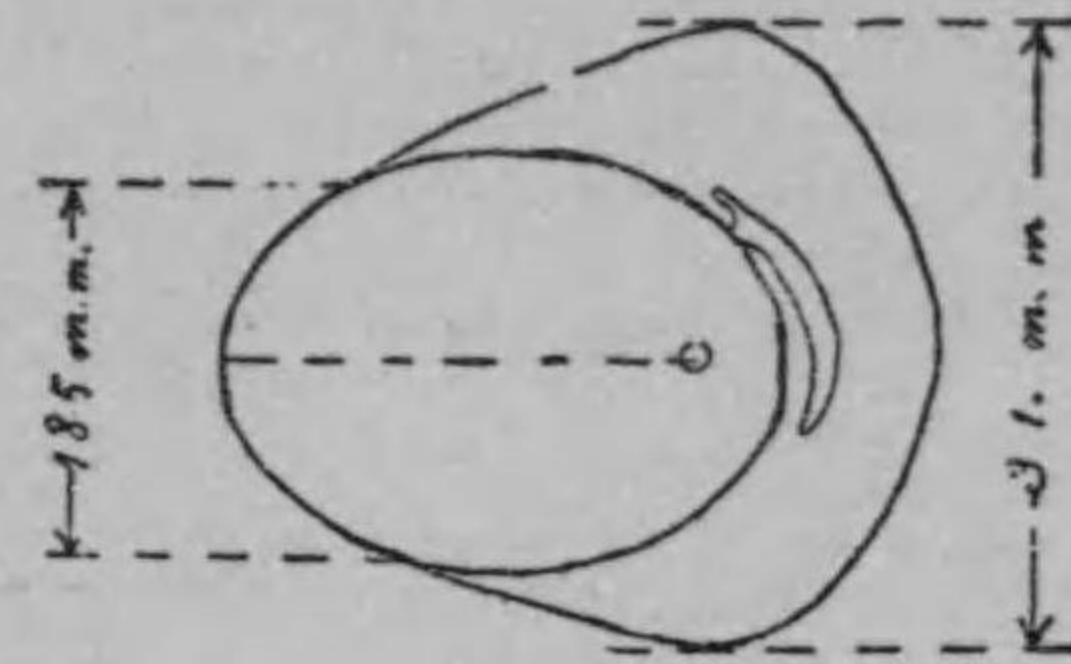
$$\text{比の値} = \frac{21}{28} = 0.75$$

日本製 O



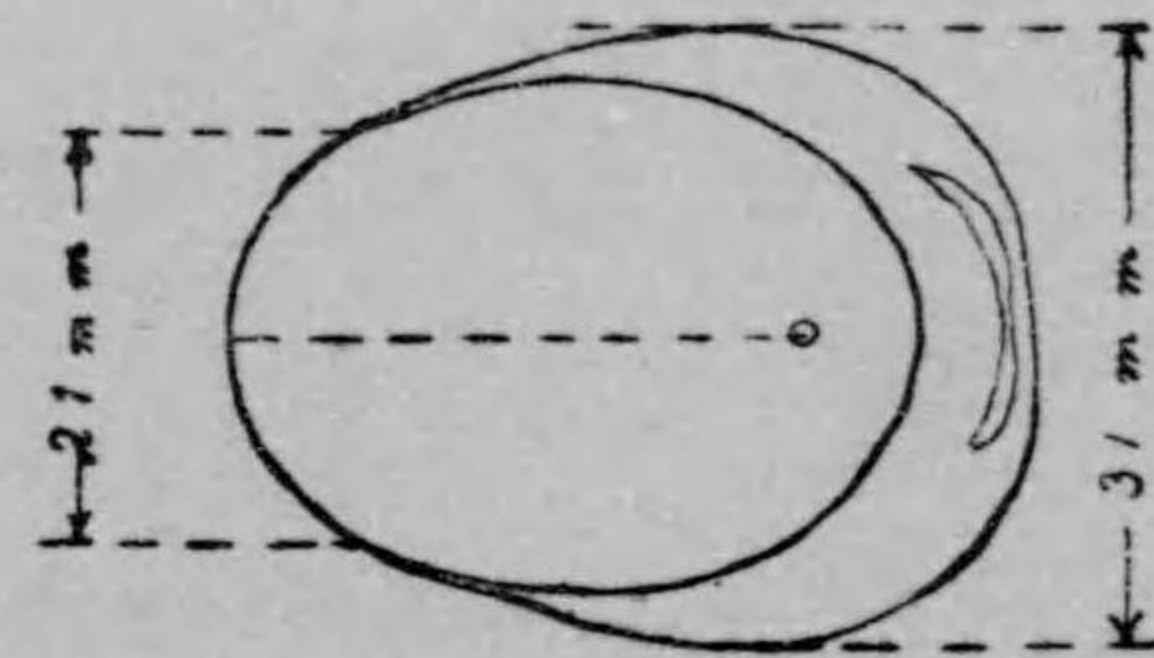
$$\text{比の値} = \frac{17}{22} = 0.77$$

日本製 Q



$$\text{比の値} = \frac{18.5}{31} = 0.60$$

日本製 V



$$\text{比の値} = \frac{21}{31} = 0.68$$

上記の八種の体温計につきて、水銀糸の幅の毛細管の幅に對する比の大なるものより順に列擧す。

品名	比の値
日本製 M	0.81
日本製 O	0.77
日本製 J	0.75
日本製 V	0.68
日本製 K	0.61
日本製 Q	0.60
獨乙製 B	0.56
獨乙製 C	0.50

獨乙製 B 及 C は最下位にありて、日本製品は全部獨乙製品より優れる事を知る。尙最も優れる形としては、上記の比の値が 1 になるものなり。此れをなすには毛細管の切斷面を、橢圓形となすか又は橢圓の短軸より大なる幅にせざる事なり。又他の一方法と考へらるゝ事を次節を以て説明す。

第二節

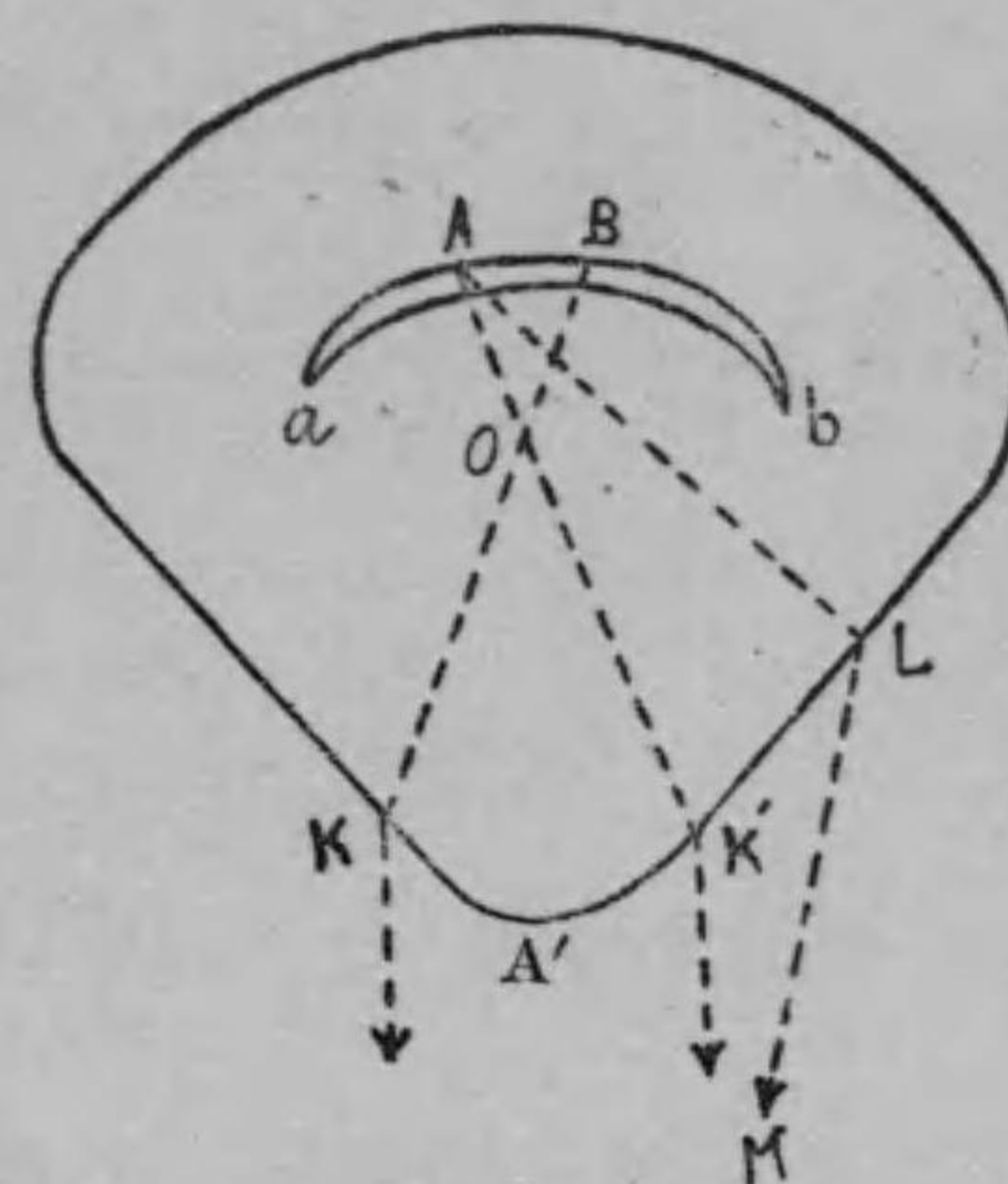
乳色硝子の大きさの制限

六六

目盛線と水銀糸との間に生ずる所の白色の部を除くために、毛細管の切斷面の形を改良する以外に、乳色硝子の大きさを制限する方法を述べん。

次圖に示すは毛細管の切斷面にて、O は毛細管孔、

a A B b は乳色硝子、K A' K' は屈折面とす。



O より出たる光線 OK は、K にて屈折して OA' の方向に進む。KO の延長線が乳色硝子を切る所を B とし、K'O の延長線が切る所を A とす。乳色硝子の幅 a b を縮小して AB とする時は、AB 部より出でたる光線は K A' K' 以外の面より屈折して外部に出でたる時に OA' の方向に來らず、ALM の如く全部 OA' の延長線に交る如き屈折をなす、故に水銀糸の兩側には、白色の目盛線のなき部の現はれる事なし。故に刻度板上の目盛線は毛細管の硝子を通して見る事を得るなり。

六七

第三章

温度計毛細管孔の形状 大きさ及び球部の大小

第一節

棒状體温計の毛細管孔の形状

毛細管孔の形状 一般に棒状體温計の毛細管孔の形は橢圓形なりと考られて居るが事實はこれに反して橢圓形でないものが多い。

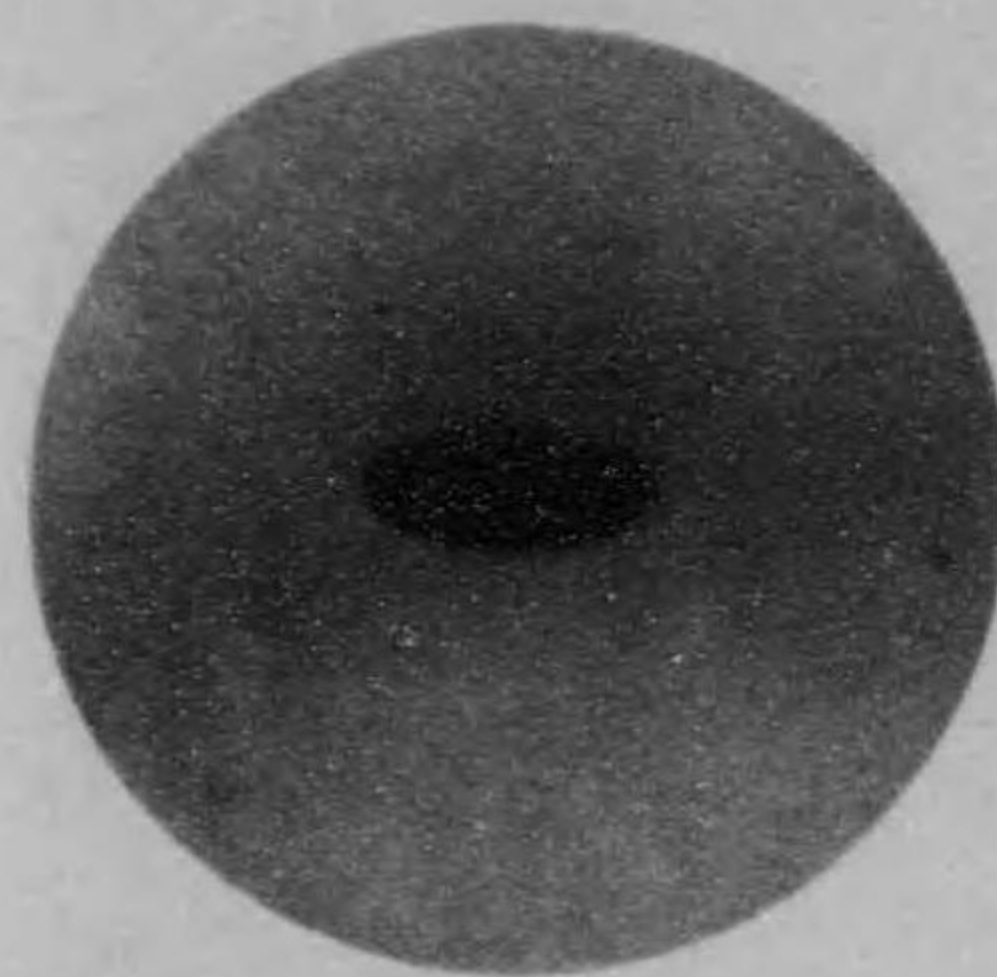
内外國製棒状體温計について見るに英國製A體温計は橢圓形をなし、獨逸製A體温計は殆んど圓形に近き橢圓形をなせり。

日本製の棒状體温計の各種について見るに何れも圓形の毛細管孔なり。

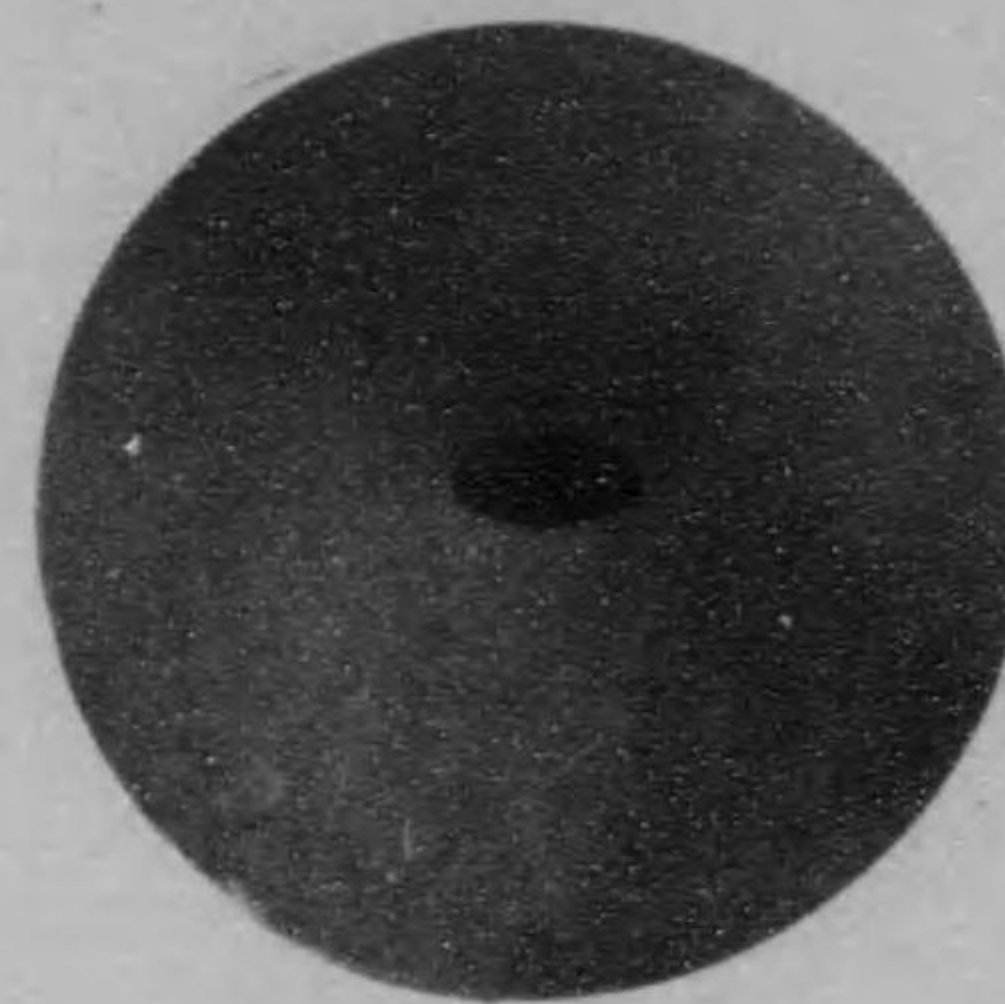
第十五圖より第二十二圖迄の入筒の寫真に各種棒状體温計の毛細管孔を擴大せるものを掲げてその形状を表す。同一倍率にて寫せるを以て寫真に現れたる毛細管孔の大きさの割合は體温計毛細管孔の大きさの割合なり。

毛細管孔の大きさ 寫真に示したる供試材料を顯微鏡にて見て毛細管孔が橢圓形なる時はその長軸と

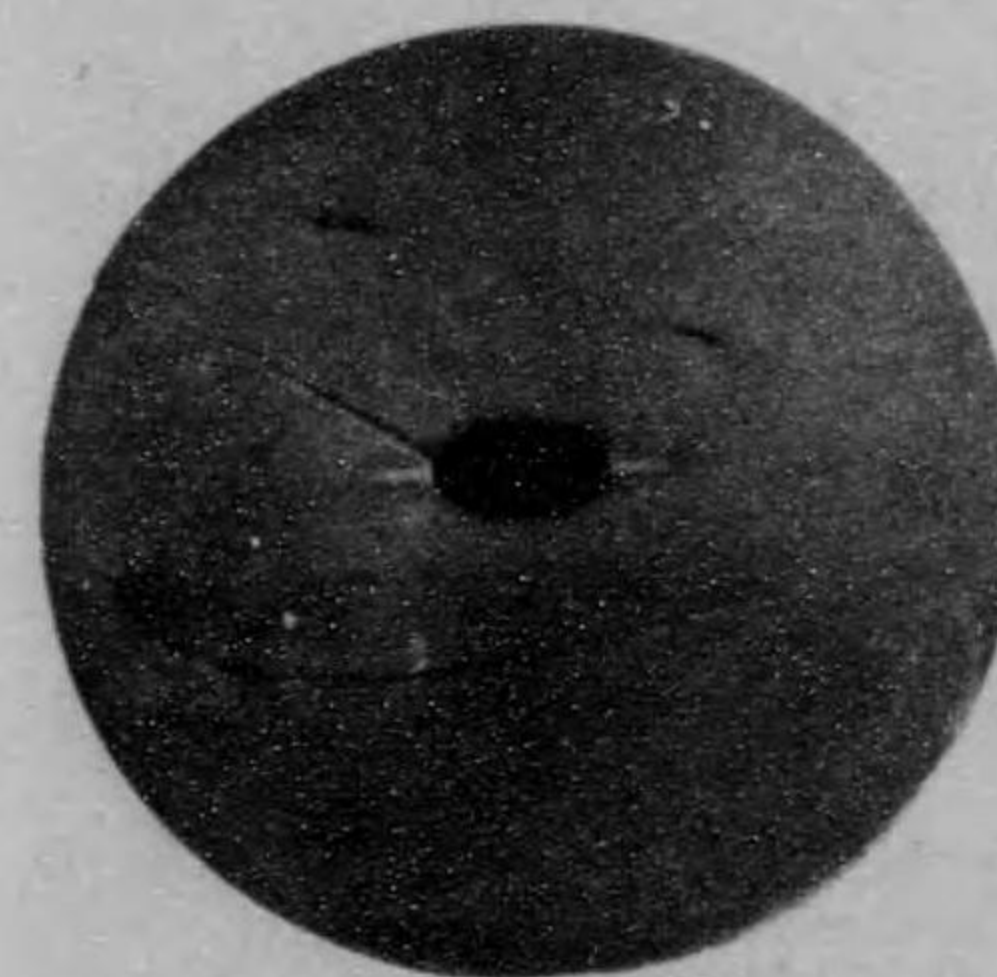
第十五圖
英國製A



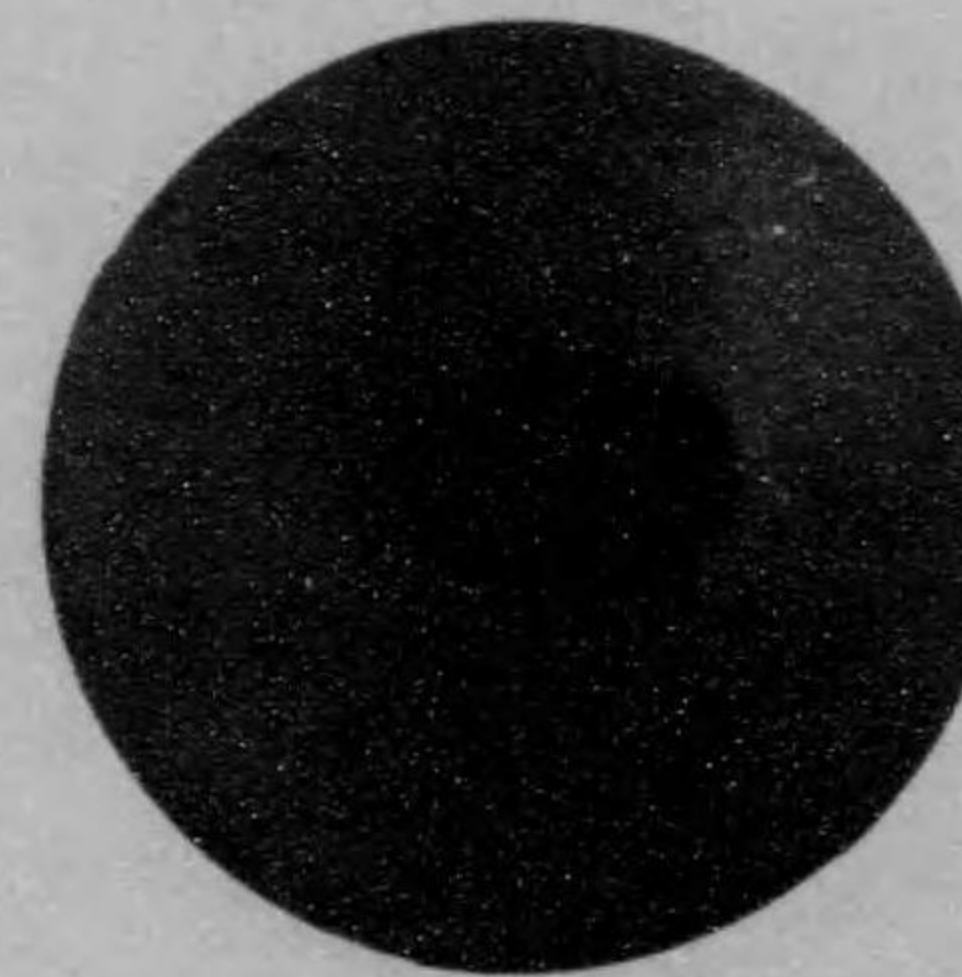
第十六圖
英國製A



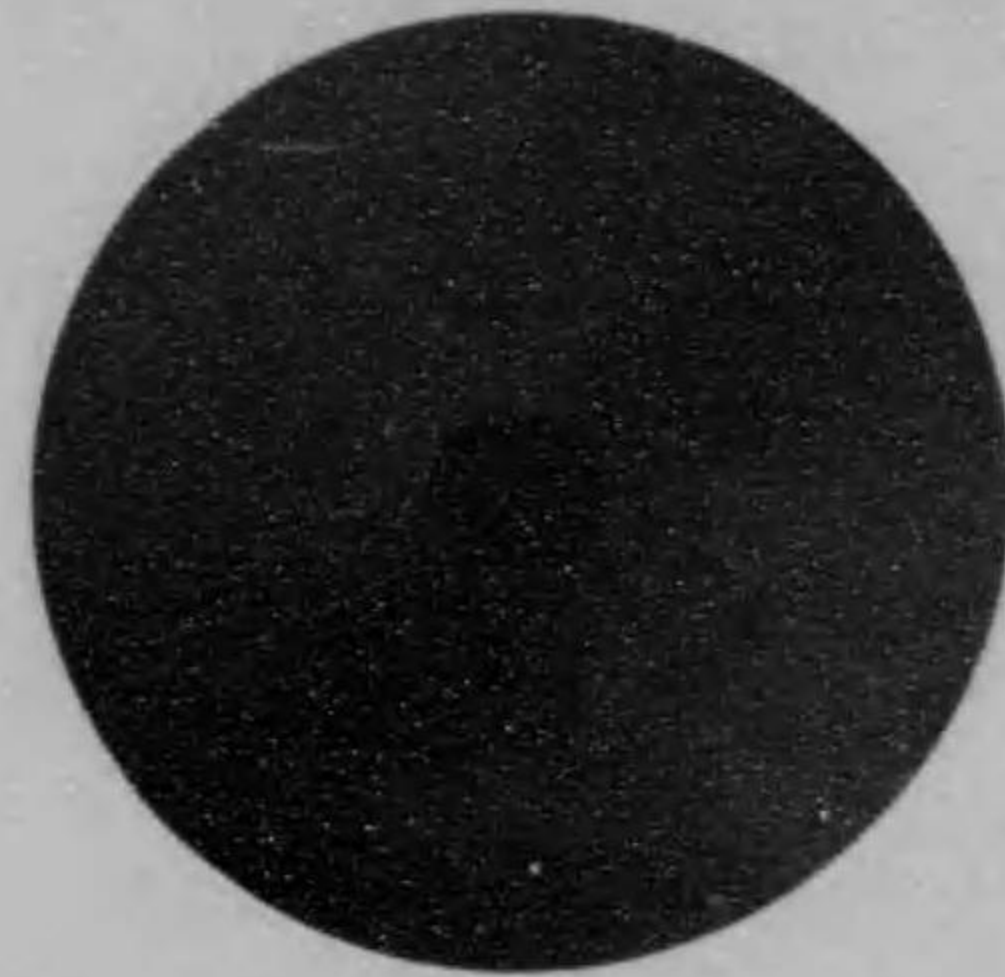
第十七圖
英國製C



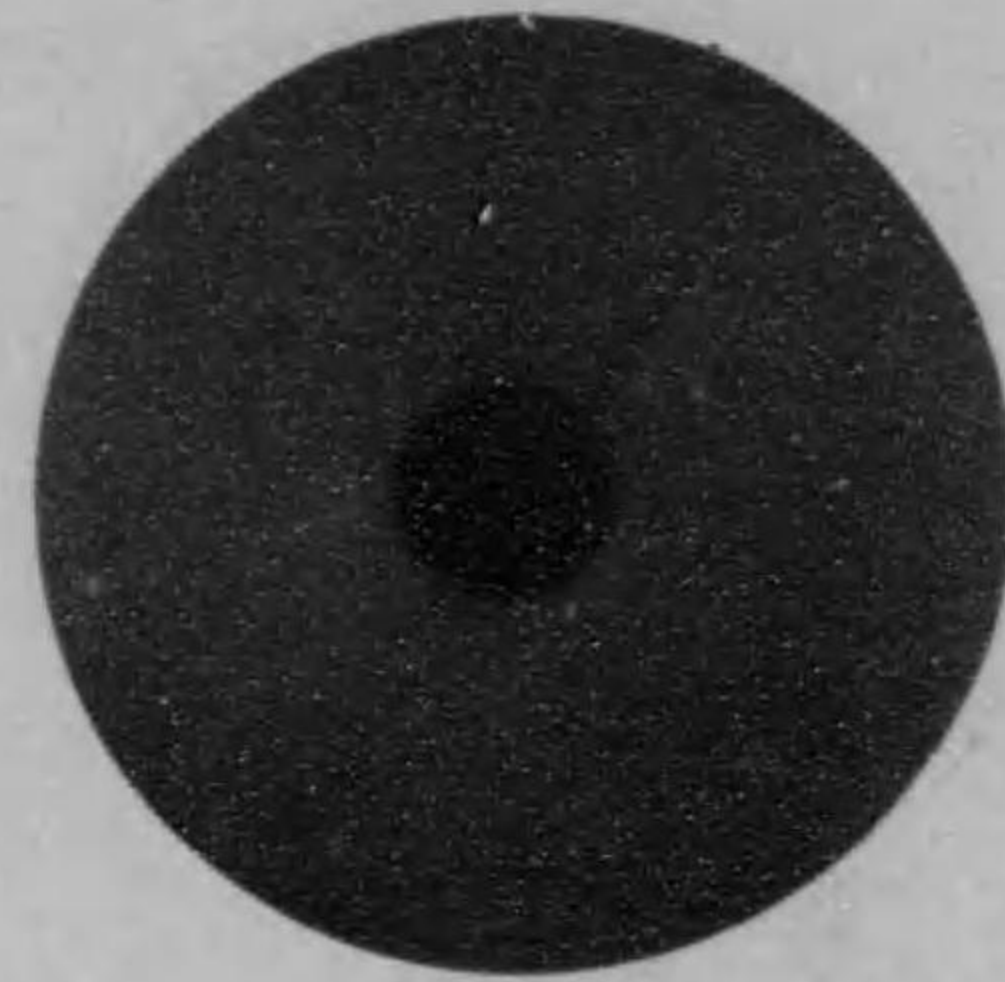
第十八圖
獨逸製A



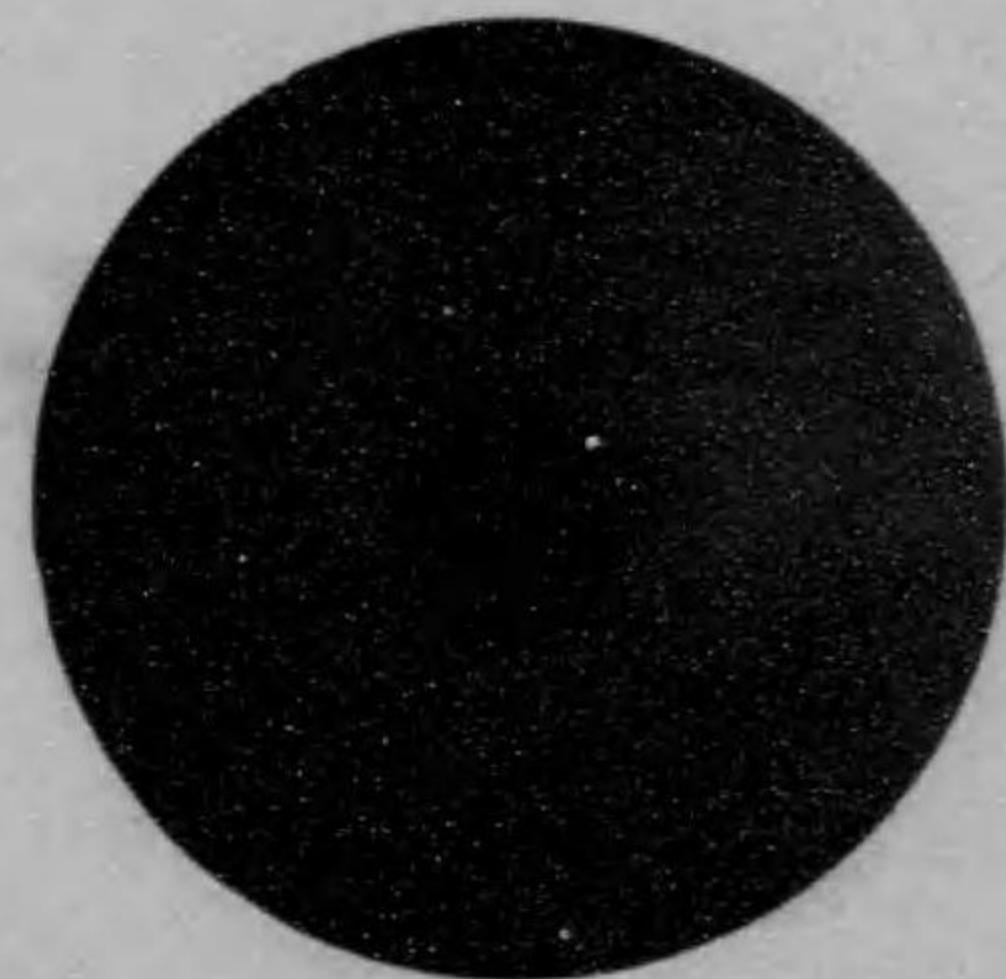
第十九圖
日本製 A



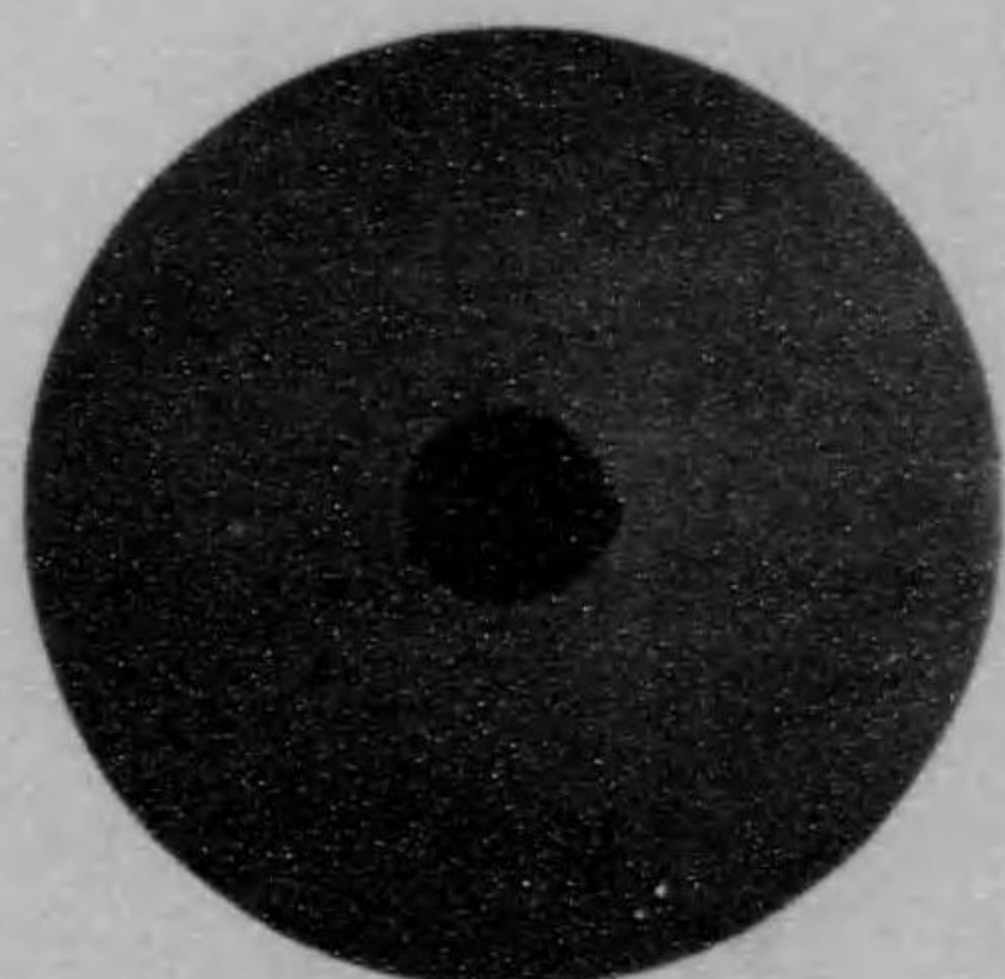
第二十圖
日本製 B



第二十一圖
日本製 C



第二十二圖
日本製 D



七〇

七〇

短軸を、圓形なる時は直徑を測りて毛細管孔の大きさを計算せり。

橢圓形のものには長軸と短軸とより面積を算出しこれを圓形に換算したる時の直徑を算出し置けり。

途中の計算は全部省略し、結果の數字のみを次に示せり。

湿度計ニ關スル調査

英國製 A (大なる方)

長軸	0.069 m.m.
短軸	0.030 m.m.
面積	0.0016 sq.m.m.
直徑	0.057 m.m.

英國製 A (小なる方)

長軸	0.046 m.m.
短軸	0.022 m.m.
面積	0.0008 sq.m.m.
直徑	0.032 m.m.

英國製 C

長軸	0.046 m.m.
短軸	0.039 m.m.
面積	0.0014 sq.m.m.
直徑	0.044 m.m.

獨逸製 A

長軸	0.078 sq.m.m.
短軸	0.058 m.m.
面積	0.0035 sq.m.m.

七一

直徑	0.067 m.m.
日本製 A	
長軸	0.044 m.m.
短軸	0.041 m.m.
面積	0.0014 sq.m.m.
直徑	0.042 m.m.

日本製 A にては長軸と短軸の差極めて微にして、換算したる直徑とこれ等の間の差も同様微少にて殆んど圓形をなせり。次の日本製 B 及び D は圓形にして C は A と同じく殆んど圓形なり。

日本製 B	
直徑	0.047 m.m.
面積	0.0017 sq.m.m.
日本製 O	
長軸	0.053 m.m.
短軸	0.051 m.m.
面積	0.0021 sq.m.m.
直徑	0.052 m.m.
日本製 D	
直徑	0.046 m.m.
面積	0.0017 sq.m.m.

前出の數字にて見るが如く獨逸製 A 體溫計の毛細管孔の大きさは供試材料中最大にして、その面積は日本製の一俵半乃至二俵の大きさを有し、從て一度の長さの間の毛細管孔の容積に於ても獨逸製 A 體溫計と日本製體溫計との比も大きくなり、球部の大きさを異にするに

至る。一般に獨逸製 A 體溫計の球部の大きさが英國製 A 體溫計及び日本製體溫計に比して大なるは此の毛細管孔の大きさの大なることに原因するものなり。從て感じも遅くなることは明かなり。

毛細管孔の形狀と硝子管引の能率との關係 棒狀體溫計の棒部の管引の場合に於て毛細管の形狀により製管能率に大なる影響ありとは思へず。毛細管孔を橢圓形になすには第二節に述ぶる方法を用ふれば簡單にして、此橢圓形が製管時に變形を起さぬ様にするためには第一章第五節に説明する所により型の角度を限界角より大になせば可なり。而して毛細管孔の切斷面積を出すには圓形の場合に於ける熟練と同程度の熟練によりて或る標準と比較する事を得べし。

第二節

橢圓形毛細管孔の製法


橢圓形毛細管孔を製するには最初に卷取りたる硝子種(ボツテと稱す)を平たき面に押し付けて第二十三圖及び第二十四圖に示すが如きものを作れば可なり。

第二十三圖は押付けたる方向より見たるものにして中心線の所のものは毛細管孔となるべき空所なり。

第二十四圖は第二十三圖と直角なる方向より見たるものにして同様に中心線の所のものは毛細管孔となる空所なり。

ポンテにある毛細管孔となるべき孔は最初に於ては切断面は圓形なれども押し付けられたるために第二十三圖に於ては幅廣げれども第二十四圖にては幅狭きを見る。

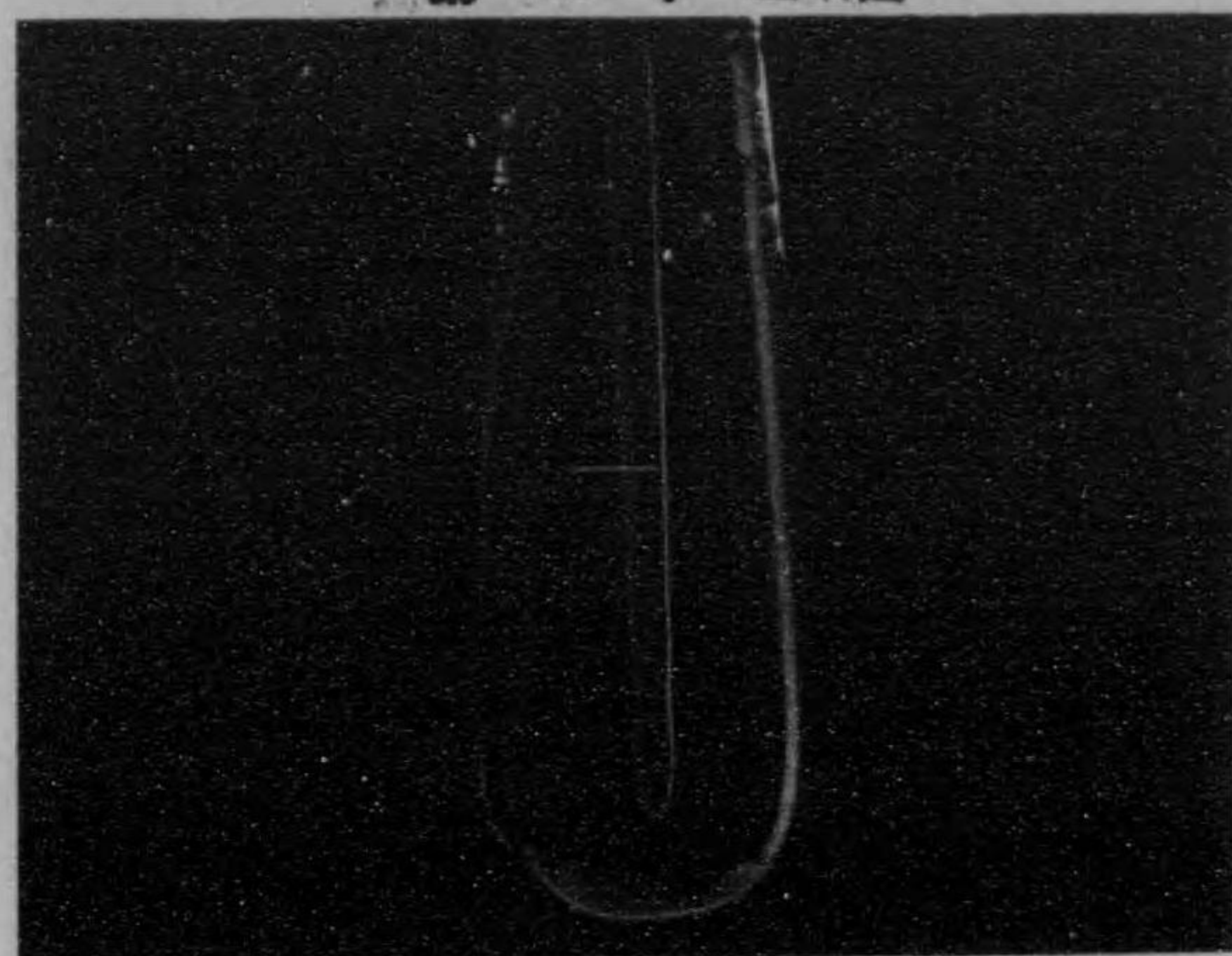
第二十五圖に示すものは第二十三圖及び第二十四圖に示したるものを毛細管孔に垂直なる方向に切斷したるものゝ寫眞なり。この寫眞にて見るが如くポンテの中の毛細管孔は橢圓形をなし毛細管孔に於て最も缺點とする所の下圖に示すレンズ形とならずして普通の橢圓形をなす。

故にポンテを押付ける操作にて

 A B 橢圓形毛細管孔を製作することを得。而してポンテの形狀は第一章中の第一圖英國製A體溫度計切斷面の毛細管孔附近の卷取りの螺旋形スチを有せざる部の形と類似せり。

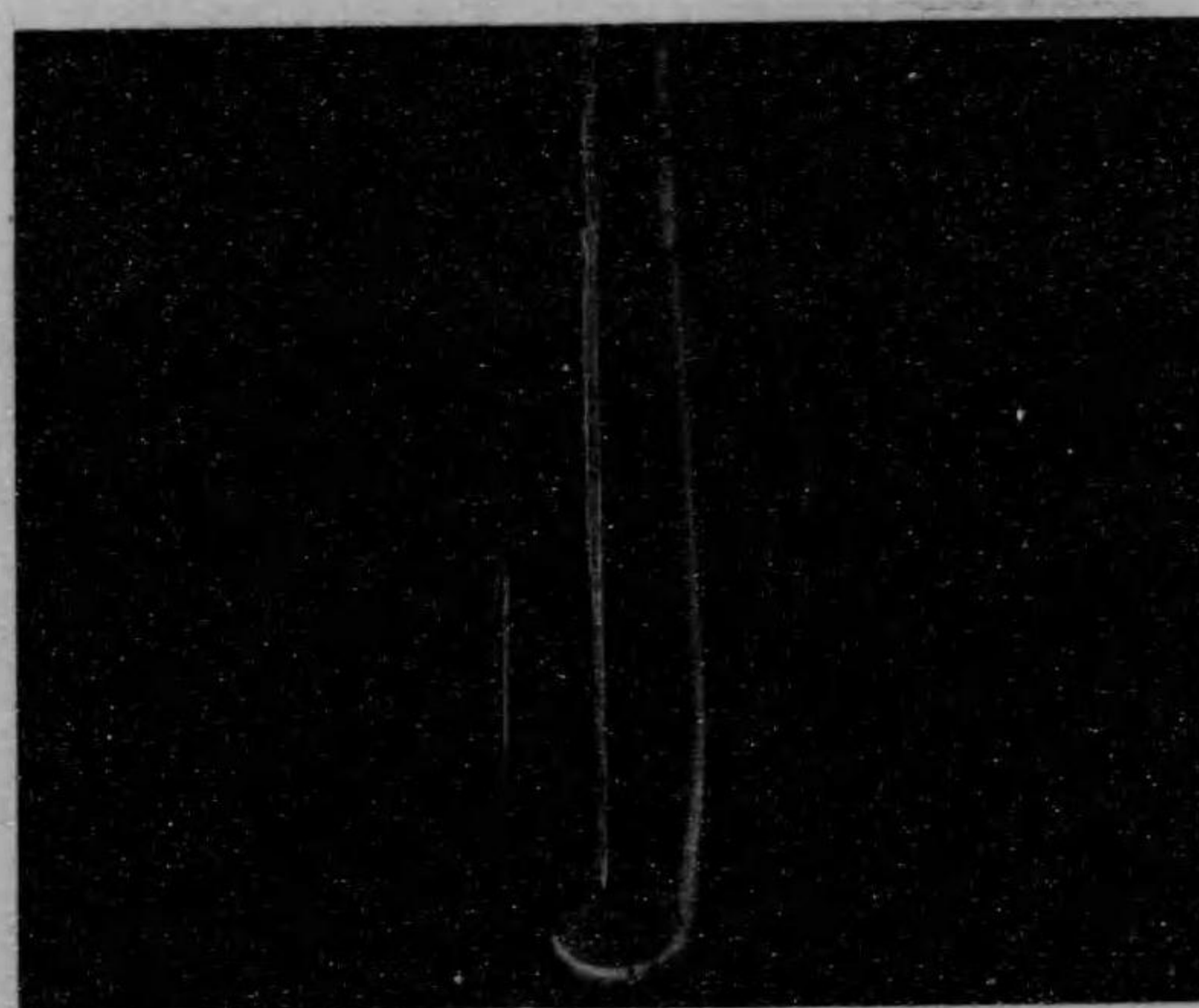
レンズ形の缺點とする所は毛細管孔内を水銀が昇降する場合兩端A B部に水銀が引きかかり、溫度の上昇下降に従つて水銀糸の頭の上昇下降が圓滑ならず、又甚だしきに至つては水銀の微粒子を残す事あるが故なり。

以上の如く橢圓形毛細管孔を製造するには押し付けて内部の空所を豫め橢圓形となし然る後引延ばせば可なり。

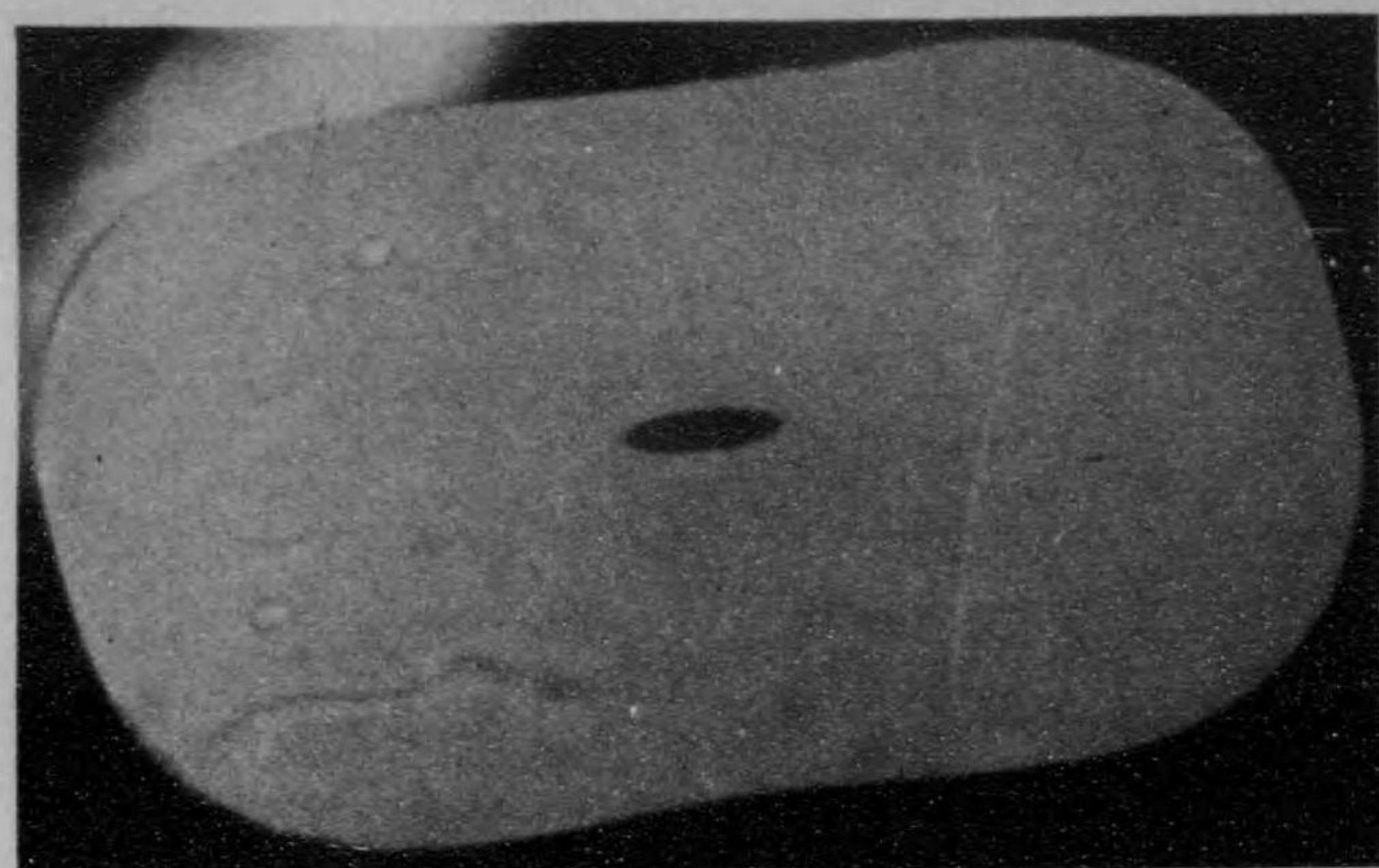
第二十三圖



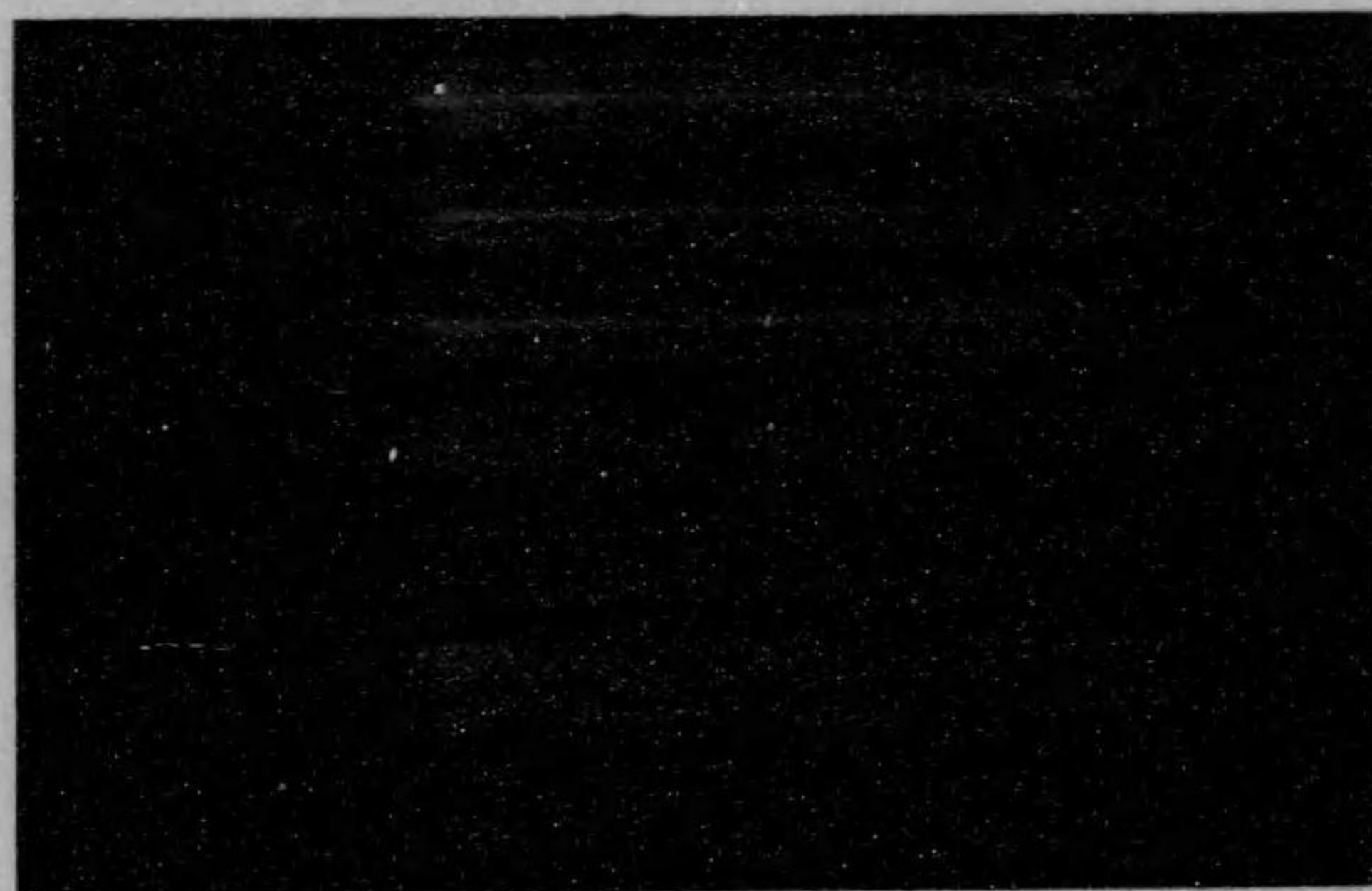
第二十四圖



第二十五圖



第二十六圖



第三節

毛細管孔の橢圓形なる利益

毛細管孔の橢圓形なるは溫度計各種に利益のあることなり。今これを棒狀體溫度計、棒狀溫度計(同様に二重管溫度計)及び平型體溫度計に就て述べん。

棒狀溫度計及び二重管溫度計の場合。同一面積の圓と橢圓とに於て、橢圓の長軸に直角なる方向より見る時は、其の眼に見ゆる幅は橢圓の方が圓よりも廣く見ゆる事は明かなり。溫度計の毛細管孔に於ても、切口の面積同一なる圓形毛細管孔と橢圓形毛細管孔とにては橢圓形毛細管孔の方が幅の廣き事は明かなり。従つて水銀糸の幅も廣く見ゆる理なり。

又毛細管孔の切口圓形なるものは水銀の表面張力によりて其の中央部最も高くこれを側方より見る時は次圖の(1)の如く見ゆ。

(1)



(2)



然るに毛細管孔の切口橢圓形の時には長軸に沿ふたる線の方が短軸に沿ふたる線の方より曲率少なき表

溫度計ニ關スル調査

面の形をなす故に之れを側方(長軸に直角の方向)より見る時は前圖(2)の如く見ゆ。故に示度の讀取りの場合に水銀面にて讀取る事に好都合なり。然るに切斷面の圓形なる場合には、水銀の頭と水銀が毛細管孔壁に接せる所との高低の差は橢圓形の場合より大なるために示度の讀取りに都合悪し、而して温度が上昇しつゝある時と下降しつゝある時とにては水銀表面の形異なりて示度の不正確を來す。

平型體温計の場合 平型體温計の場合には毛細管孔の直徑は毛細管の太さに比して相當の大きさを有するが故に、毛細管の切口を橢圓形となすも其の長軸の兩端は屈折面に無關係の所になり易きため大なる利益を受けず。故に圓形にて充分なりと思考す。

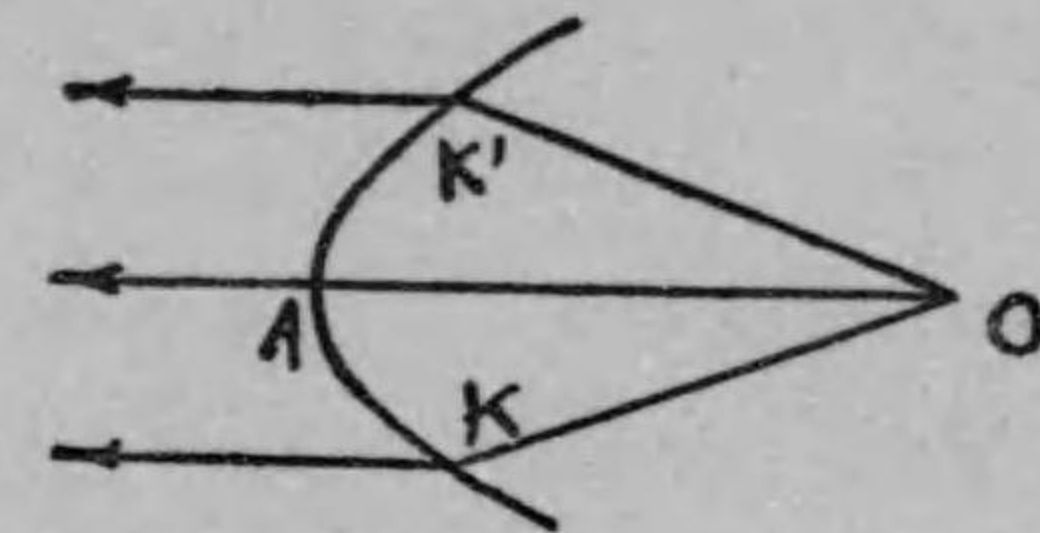
棒狀體温計の場合 棒狀體温計に於ては毛細管孔の水銀糸が擴大される程度は約五十倍程にして屈折面に比較して毛細管孔の直徑は甚だ小なり。而して屈折面の大きさを一定とすれば毛細管の直徑の大小に關らず同じ大きさに水銀糸が擴大されて見ゆるものと見做し得るが故に、毛細管孔の直徑二倍となる時は毛細管孔より出づる光の量も二倍となり従て擴大されたる水銀糸の像の色が二倍に濃くなる理なり。

七八

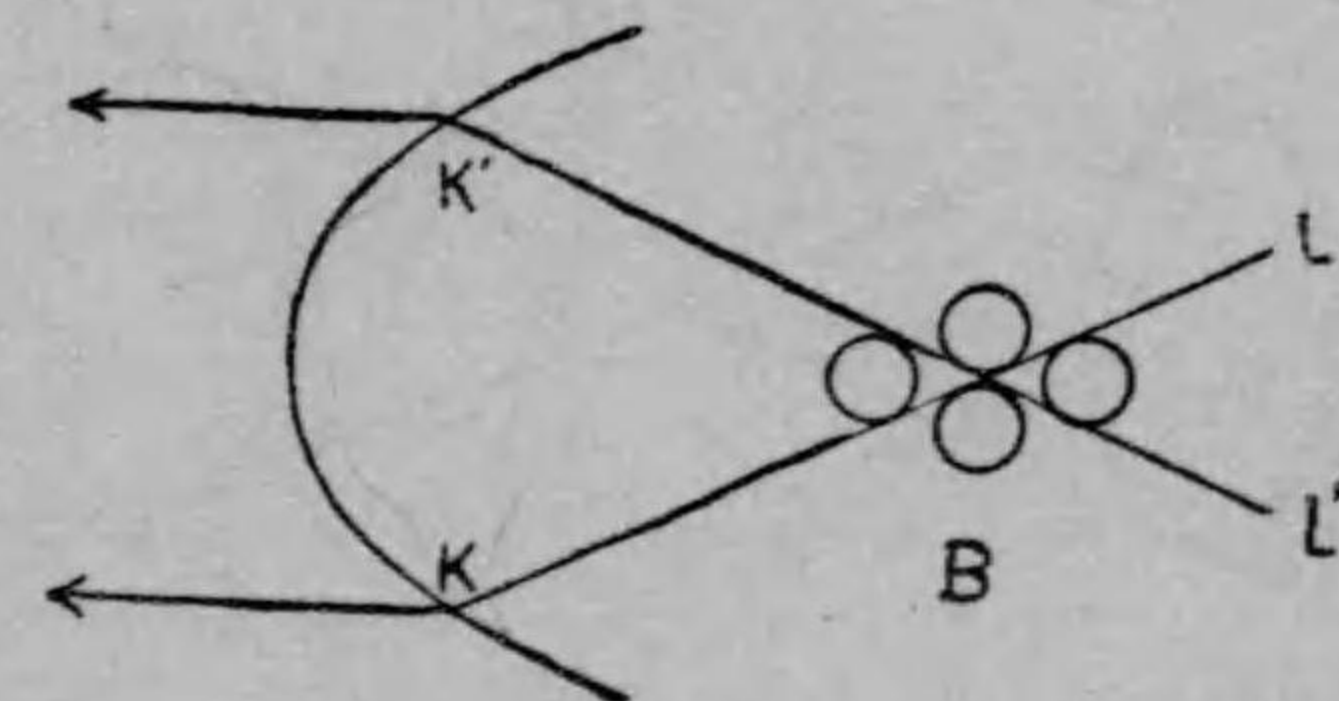
この實驗として殆んど同一程度の幅に見ゆる同一種類の棒狀體温計を撰び此等の水銀糸の色の濃さの順に列べる時は約毛細管孔の太き順となる。簡單に毛細管孔の太さを知るためには目盛線と球部の大きさより導く。即ち同一長さの目盛幅を有する時にては毛細管

孔の太さは水銀球部の大きさに比例す。

又毛細管孔の橢圓形と圓形とが棒狀體温計の屈折面と如何なる關係があるかに就て次に述べん。棒狀體温計の毛細管孔の大きさは屈折面の橢圓形に比して甚だしく小なる故に作圖上は點と見做し得これを次圖にて示す。この毛細管孔をOとし、Oより出たる光が屈折面の橢圓形KAK'部より平行光線となりて進む。



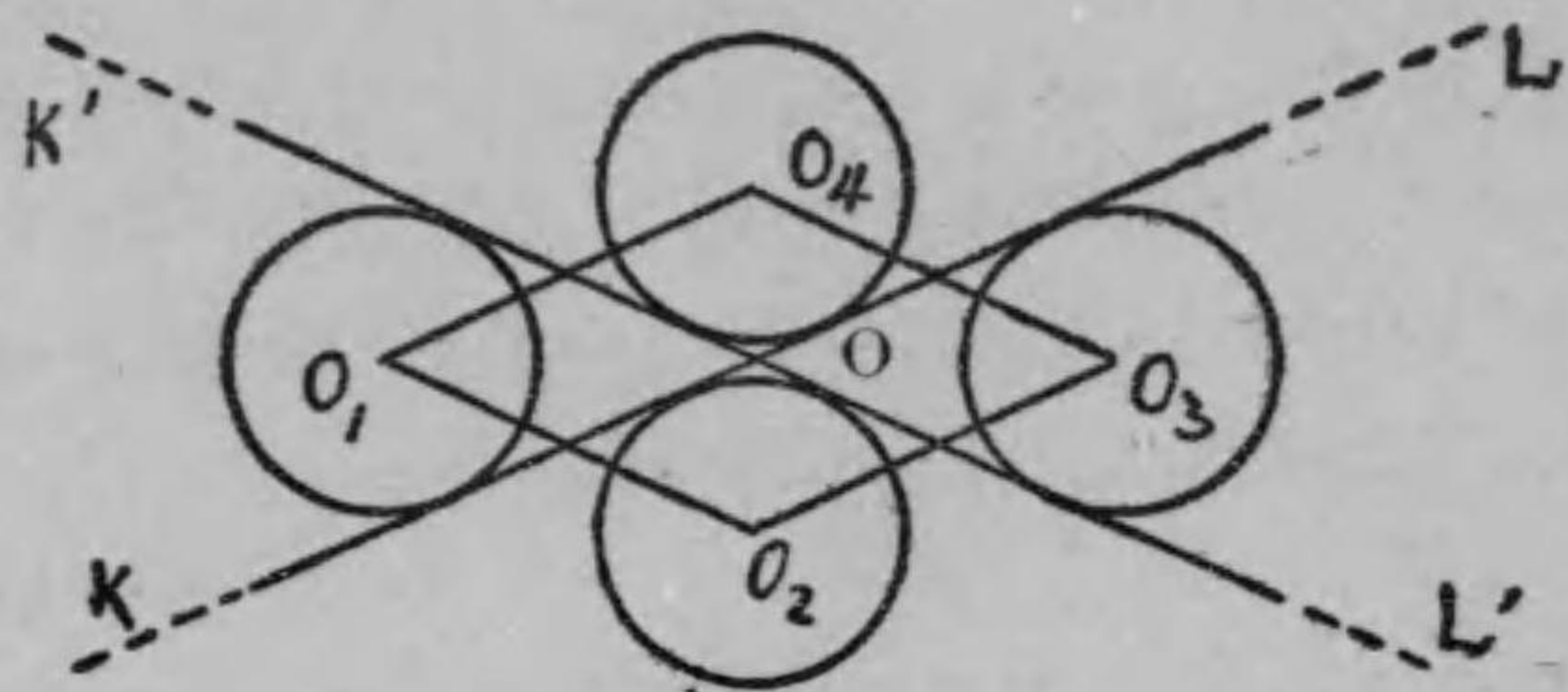
實際に於ては毛細管孔は點にあらずして或る大きさを有する故に屈折面より出づる光線の密度大なる程水銀糸は濃く見ゆる理なり。即ち毛細管孔の水銀の表面が屈折面に對して多く役立つ時は少き時より濃く見ゆるなり。下圖Bの部に四つの小圓を描きたるはKA



七九

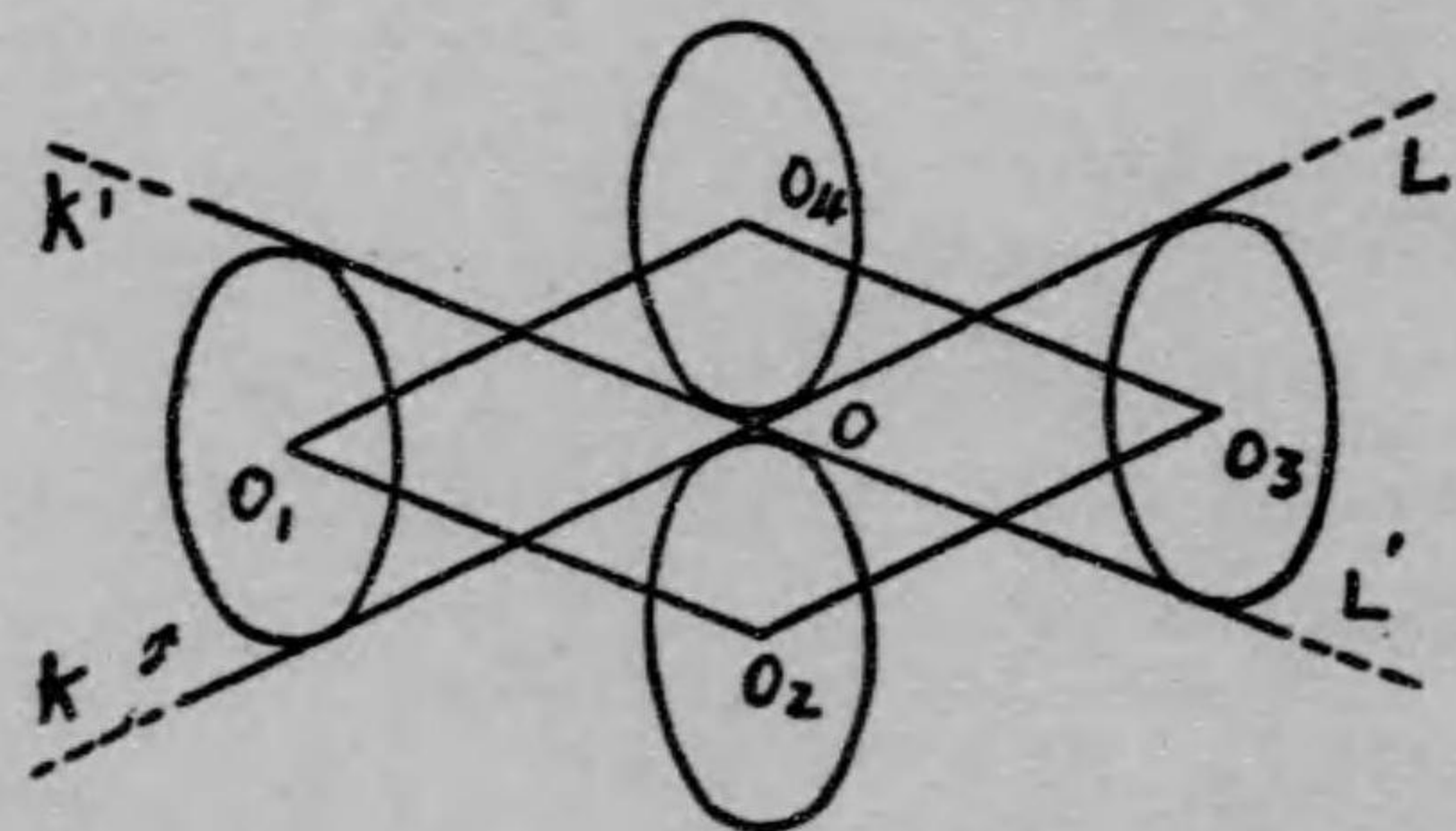
K'なる屈折面が役立つ時の毛細管孔の移動可能なる位置を示せるものにて尙次圖にB部を擴大して説明せん。

温度計ニ關スル調査



KL, K'L' 兩線の交點をOとし, KL, K'L' 兩線に接する如く毛細管孔を描きそれ等の圓の中心の軌跡を求めればO₁, O₂, O₃, O₄を順次結ぶ菱形を得, 此菱形内に中心を有する時は屈折面に於て水銀糸を見ることを得れども菱形外に中心を有する時は全屈折面に於て見ることを得ず, OよりO₁, O₃の方向に於て遠ければ幅の狭きものとなり, OよりO₂, O₄の方向に遠ければ急に見る事を得ざる

八〇



に至る。圓形の毛細管孔と同じき切斷面積を有する橢圓形毛細管孔に於ては上圖に示すが如く菱形の面積大となる。即ち製管作業の場合に毛細管の位置の移動可能の管圍大となり製管作業容易となると同時に廢棄すべき管數を減少せしむる事を得。同時に又擴大された水銀糸を濃く見えしむる事を得るが故に製品としての價値を増進せしむる事を得。

温度計ニ關スル調査

英國製A體温計の水銀糸は同容積の球部及び同長の目盛幅を有する日本製棒狀體温計の水銀糸よりも濃く見え甚だ體裁の良きは主として上記の理由にもとづくものと考へらる。

第四節

體温計毛細管孔の直徑の算出

球部の實測 球部の外直徑, 球部の長さ, 及び目盛一度の長さを實測し尙球部内の水銀の重量を精秤せし

第一表

種別	品名	球部外直徑 ミリメートル	球部の長さ ミリメートル	水銀の重量 グラム	一度の長さ ミリメートル
棒狀	英國製A(1)	1.9	15.7	0.465	6.2
”	英國製A(2)	2.3	16.2	0.661	6.3
”	日本製A(1)	2.0	14.3	0.520	7.0
”	日本製同(2)	2.6	16.2	0.985	6.7
”	日本製D(1)	2.6	20.0	1.090	7.9
”	日本製同(2)	2.7	17.5	1.000	5.7

八一

ものを第一表に示す。
 球部の外直徑は先端と本の部との太さの相違せるものは先中本の三ヶ所を測りて平均値を採れり。前表中の數字は各種一本についての値なり。
 次に球部の外直徑、球部の長さ及び目盛一度の長さを實測したる數字を以下の三箇の表にて示せり。

第二表 (單位ミリメートル)

種別	品名	球部の外直徑	球部の長さ	一度の長さ
棒状	日本製 E	2.9	18.0	6.7
”	日本製 A(3)	2.9	18.0	5.8
平型	日本製 M(1)	3.5	18.7	7.6
”	日本製 O(1)	3.7	11.7	6.3
”	日本製 K(1)	3.4	19.0	6.4
”	獨逸製 B(1)	3.6	24.9	7.0
棒状	英國製 A(3)	2.2	16.0	6.0

第二表の各種は十本宛の平均値なり。

第三表 (單位ミリメートル)

種別	品名	球部の外直徑	球部の長さ	一度の長さ
棒状	英國製 A(4)	2.2	15.5	6.0
”	日本製 B	2.9	19.0	6.7
”	日本製 A(4)	2.8	16.0	5.8
平型	獨逸製 C	3.8	23.0	7.5
”	獨逸製 B(2)	3.6	23.0	7.0
”	日本製 O(2)	3.2	17.7	7.1
”	日本製 N	3.5	17.7	8.3
”	日本製 K(2)	3.6	20.0	6.4

”	日本製 M(2)	3.1	17.4	6.4
”	日本製 O(3)	2.8	16.1	6.3
”	日本製 J	2.9	17.5	7.5

第三表中の數字は各種共十本宛の平均値なり。

第四表 (單位ミリメートル)

品名	球部の外直徑	球部の長さ	一度の長さ
英國製 A(5)	2.0	13.4	6.2
英國製 A(6)	2.3	16.1	5.2

第四表は英國製 A 體溫計中の小なるものと大なるものゝ比較のために實測せるものなり。

水銀の量より毛細管孔の直徑の算出

l を毛細管に於ける一度の長さ
 v_0 を 0 度に於ける水銀の容積
 v_t を t 度に於て水銀の占むる容積
 a を水銀の硝子に對する見掛けの膨脹係數 ($a=0.000157$)

r を毛細管孔の半徑とする時は

$$v_t = v_0(1+at)$$

一度の容積は av_0 なる故に

$$v_t - v_0 = \pi r^2 l$$

$$r = \sqrt{\frac{v_0 a}{\pi l}} \dots \dots \dots (1)$$

上の(1)式を用ひて第一表に示したる材料の毛細管孔の直徑 ($2r$) を計算したるものを第五表に示す。表中 v_0 は水銀の重量より計算したる球部の内容積にして、 v_t

は球部の外直径と長さにより計算したる所の硝子部を合しての球部の外容積なり。

第五表 (第一表の材料)

品名	$v_o (\overline{m.m})^3$	$v_e (\overline{m.m})^3$	v_o/v_e	毛細管孔直径 ミクロン
英國製A (1)	34.4	43.5	0.79	33
英國製A (2)	48.9	63.7	0.73	39
日本製A (1)	37.2	44.9	0.83	32
日本製A (2)	72.5	86.0	0.84	46
日本製D (1)	78.5	106.2	0.74	44
日本製D (2)	73.6	97.4	0.76	50
平均	—	—	0.78	—

体温計又は水銀温度計を破壊せずして内容積及び毛細管孔直径を算出する事 前記球部外容積 v_e は次の式より計算せしものなり。

$2R$ を球部の外直径

L を球部の長さとする時は

$$v_e = \pi R^2 L$$

第五表に挙げし v_o 及び r の値は体温計を破りて測りたるものなり。体温計又は水銀温度計を破らずして v_o 及び r の値を見出すために第五表に於て v_o と v_e との比を求めたり。その比は皆約0.78附近にて0.78として計算しても大過なきものと認めらる。体温計を破らずして球部内容積を算出するにはこの0.78を v_e に乗じて v_o (即ち内容積)を得らる。この内容積 v_o より前式(1)を用ひて毛細管孔の半径 r を計算し、直径を求めたり。次の第六表、第七表及第八表にそれ等の値を掲ぐ。

第六表 (第二表の材料)

品名	$v_e (\overline{m.m})^3$	$v_o (\overline{m.m})^3$	毛細管孔の直径 (ミクロン)
日本製E	113.4	88.5	51
日本製A (3)	113.4	88.5	55
日本製M (1)	191.4	149.3	62
日本製O (1)	125.4	97.3	55
日本製K (1)	172.6	134.6	64
獨逸製B (1)	253.4	198.1	75
英國製A (3)	60.8	47.3	39

第七表 (第三表の材料)

品名	$v_e (\overline{m.m})^3$	$v_o (\overline{m.m})^3$	毛細管孔の直径 (ミクロン)
英國製A (4)	58.5	45.6	38
日本製B	125.5	97.9	44
日本製A (4)	98.5	76.8	51
獨逸製C	260.8	206.0	74
獨逸製B (2)	234.1	184.9	72
日本製O (2)	124.1	111.0	56
日本製N	170.3	132.8	56
日本製K (2)	144.7	112.9	52
日本製M (2)	104.3	81.0	50
日本製O (3)	96.9	77.3	49
日本製J	116.6	90.8	49

第八表 (第四表の材料)

品名	$v_e (\overline{m.m})^3$	$v_o (\overline{m.m})^3$	毛細管孔の直径 (ミクロン)
英國製A (5)	42.1	32.8	32
英國製A (6)	67.6	52.7	41

毛細管孔の直径の大小の順序 毛細管孔の直径の
 小なるものより順に次の第九表に示す。一本の値より
 計算して出した毛細管孔の直径は除いて、平均値を有
 する材料の平均直径のみを採れり。尙 v_0 及び一度の長
 さを参考として表中に記入せり。

第九表

品名	直径 (マイクロン)	$v_0(m.m)^3$	一度の長さ m.m
英國製A (4)	38	45.6	6.0
英國製A (3)	39	47.3	6.0
日本製B	44	97.9	6.7
日本製J	49	90.8	7.5
日本製O (3)	49	77.3	6.3
日本製M (2)	50	81.0	6.4
日本製E	51	88.5	6.7
日本製A (4)	51	76.8	5.8
日本製K (2)	52	112.9	6.4
日本製A (3)	55	88.5	5.8
日本製O (1)	56	97.7	6.3
日本製O (2)	56	111.0	7.1
日本製N	62	132.8	8.3
日本製M (1)	64	149.3	7.6
日本製K (1)	72	134.6	6.4
獨逸製B (2)	74	184.9	7.0
獨逸製C	75	206.0	7.5
獨逸製B (1)		198.1	7.0

此表で見ると如く毛細管孔の直径、内容積の小なる

ものは英國製A體温計にして日本製品は此に次ぎ獨逸
 製B及びCは最も大なり。

第五節

平型體温計の球部の大小

各種の平型體温計を比較して見ると球部の大小に
 大なる相違あり。球部の小なるものは大なるものより
 感じの鋭敏なることは明かにして、製品としても出來得
 る範囲にてなるべく球部を小にすることが必要なり。
 内外國製品を比較するに外國製品(此處にては獨逸製品
 のみなり)は一般に日本製品より球部は大なり。この球
 部の大小の比較を第二十六圖の寫真に示せり。

内外國製品の球部の長さ、太さ(外直径)を實測して球
 部の外容積を計算し、これによりて球部の大小を比較せ
 り。各種十本宛を實測して平均値を求め、球部の外容積
 はこの平均値より計算せり。

第一表 獨逸製B (a)

番 號	球部太さ m.m	球部の長さ m.m	球部の外容積 m.m ³
1	3.4	23.8	—
2	3.4	24.5	—
3	3.5	24.5	—
4	4.1	19.5	—
5	4.0	20.8	—
6	3.6	25.5	—

7	3.3	20.7	—
8	3.9	22.2	—
9	3.7	24.5	—
10	3.6	24.0	—
平均	3.7	23.0	250

即ちこの獨逸製B(a)の十本の球部の容積の平均値は250立方ミリメートルなり。

第二表 獨逸製A

番 號	太 さ (m.m)	長 さ (m.m)	外容積(m.m) ³
1	3.8	21.0	—
2	3.8	19.2	—
3	3.5	24.0	—
4	3.1	18.5	—
5	3.2	19.0	—
6	3.5	20.0	—
7	3.7	18.2	—
8	3.7	21.2	—
9	3.6	22.0	—
10	4.2	19.0	—
平均	3.6	20.0	210

獨逸製A十本の球部外容積の平均値は210立方ミリメートルなり。

第三表 日本製V

番 號	太 さ (m.m)	長 さ (m.m)	外容積(m.m) ³
1	3.2	17.0	—
2	3.2	15.6	—

3	2.6	19.8	—
4	2.8	16.2	—
5	3.0	21.4	—
6	3.3	19.1	—
7	3.0	15.0	—
8	3.5	16.7	—
9	3.1	19.2	—
10	3.5	15.0	—
平均	3.1	17.5	130

日本製Vの球部十本の平均外容積は130立方ミリメートルなり。

第四表 日本製H

番 號	太 さ (m.m)	長 さ (m.m)	外容積(m.m) ³
1	3.6	15.0	—
2	3.1	18.6	—
3	3.2	17.6	—
4	3.7	11.3	—
5	3.5	16.2	—
6	3.3	15.0	—
7	3.0	15.6	—
8	3.3	15.1	—
9	3.1	16.0	—
10	3.2	14.3	—
平均	3.3	15.5	110

日本製Hの十本の球部外容積の平均値は110立方ミリメートルなり。

第五表 日本製 J (a)

番 號	太 さ (m.m)	長 さ m.m)	外容積($\overline{m.m}^3$)
1	2.8	18.1	—
2	2.7	20.2	—
3	2.7	16.2	—
4	3.3	20.0	—
5	2.8	15.4	—
6	3.7	14.3	—
7	3.2	16.0	—
8	2.8	16.7	—
9	3.1	17.2	—
10	3.2	18.1	—
平 均	3.0	17.2	120

日本製 J (a) の十本の球部外容積の平均値は 120 立方ミリメートルなり。

以上の五種類の外本章中第四節の第三表及第七表より次の各種についての数字を得らる。

第六表

品 名	球部の太さ m.m	球部の長さ m.m	外容積($\overline{m.m}^3$)
獨逸製 C	3.8	23.0	260
獨逸製 B (2)	3.6	23.0	230
日本製 O (2)	3.2	17.7	120
日本製 N	3.5	17.7	170
日本製 K (2)	3.0	20.0	140
日本製 M (2)	3.1	17.4	100
日本製 J	2.9	17.5	120

前記の六箇の表に於て外容積の数字の最後は四捨五入せり。第一表より第五表までの五種と第六表の七種と合計十二種の平型體温計の球部の外容積の小なるものより順に列記すれば次の如し。

品 名	外容積($\overline{m.m}^3$)
日本製 M (2)	100
日本製 H	110
日本製 J. J (a)	120
日本製 O (2)	120
日本製 V	130
日本製 K (2)	140
日本製 N	170
獨乙製 A	210
獨乙製 B (2)	230
獨乙製 B (a)	250
獨乙製 C	260

上の表にて見るが如く獨乙製品の最小のものにてても日本製品の最小のもの二倍以上の球部の容積を有することを知れり。獨乙製品の最大に至つては日本製品の最小のもの二倍半の大きさを有す。日本製品の最大のもはその最小のもの二倍に充たず。前節の毛細管孔の直径の大きさ及び本節の球部の大きさに於て日本製品は獨乙製品より感じの鋭敏なることは明かなり。

第 四 章

英國製 A 體溫計に就て

第 一 節

緒 言

英國製 A 體溫計は世界的に知られて居る體溫計中の一つにして、光澤よく體裁もよく感じも早く、日本へは毎年多額の輸入をして居る。茲に於て英國製 A 體溫計について調査をなしその如何なるものかを考究せり。

第 二 節

英國製 A 體溫計の硝子

九二

棒部の硝子 英國製 A 體溫計の棒部の硝子をガスの火焰中にて加熱せるに紅色の焰を出せり。この紅色の焰はカリウム化合物の存在を示すものにして英國製 A 體溫計の棒部の硝子はアルカリの組成分として酸化カリウムのみを有するものと思考せらる。

紅色の火焰中に極めて微量の黄色の部を認められる。これは不純物として原料中に混在せしナトリウム化合物より來りたるナトリウムの焰なり。

又英國製 A 體溫計の棒部の硝子を火焰中に加熱する時は硝子の表面に黑色の被覆物を生ず。

これは硝子中に多量の酸化鉛の存在することを示すものにして、英國製 A 體溫計の光澤よく美麗なるはこの多量の鉛分と酸化ナトリウムの代りに酸化カリウムを含有するためなり。

一般に酸化ナトリウムの代りに酸化カリウムを硝子中のアルカリ分とする時は硝子の性質をよくするものの如し。

書籍“エナ硝子”に記載せる、次の組成分を有するイングリッシュ、クリスタル硝子は英國製 A 體溫計棒部の硝子と同組成分なることは分析の結果明かになれり。

イングリッシュクリスタル硝子の組成分は

SiO ₂	53.18
Al ₂ O ₃	0.50
Fe ₂ O ₃	0.00
CaO	0.14
MgO	0.32
PbO	33.74
K ₂ O	11.48
Na ₂ O	0.42

棒部硝子の分析 英國製 A 體溫計の棒部のみを取り硝子磨滅機にて磨滅して内部の乳色硝子を除きこれを大粒に碎きて磁製坩堝に入れ砂浴上にて二時間程

加熱して硝子に附着せる水分及び毛細管孔内に残存せる水銀の微粒を驅出し、これを細末として分析の試料に供せり。分析の結果は次の如し。

SiO ₂	54.36
Al ₂ O ₃	0.63
Fe ₂ O ₃	0.17
CaO	0.54
MgO	0.21
PbO	31.41
K ₂ O	11.38
Na ₂ O	1.19

上の英國製A體溫計棒部硝子の分析の結果と前記のインクリッシュクリスタル硝子の組成成分と比較すればこの二種の硝子は同一組成成分なることを知る。數字に少量の差あるは分析上の誤差、原料の純度、熔融状態及び他の種々の相違より起因するものなり。

球部の硝子 球部の硝子をガスの火焰中にて赤熱せるにカリウムの焰は少しも見えずしてナトリウムの焰が盛んに出づ。又赤熱せるも硝子面に黒色の被覆物を生ずることなし。即ち英國製A體溫計の球部の硝子は棒部の硝子と全々其の組成を異にし鉛分及びカリウム分を含まぬソーダ硝子なることを發見せり。

以上のことより考ふるに英國製A體溫計はその製作時に當り棒部と球部の各々異つた硝子を接續して細

工せるものなり。

次に想像せられることは棒部の内部の毛細管孔の周囲の小部分の硝子が球部の硝子と同一にあらずやと云ふことなり。此の試験のために毛細管孔の周囲の硝子の一部分を残し(極く細く)て他を全部すり除いたものと、棒部の外面の硝子を極めて薄く残して他をすり除いたものとの二種の試験物を焰色試験にて比較せしに兩者の間には少しも相違なきことを知れり。依つて英國製A體溫計の棒部の硝子は内外とも同一なれど球部の硝子とは全々相違せることが明かとなれり。

球部硝子の分析 英國製A體溫計の球部の硝子のみを取り水銀を取り除き尙二時間加熱して硝子に附着せる水銀の微粒を除きたる後細末にして分析の試料に供せり。

分析の結果は次の如し。

SiO ₂	67.10
Al ₂ O ₃	2.42
Fe ₂ O ₃	tr
CaO	7.14
K ₂ O	tr
Na ₂ O	14.83
CoO	tr
E ₂ O ₃	2.12
ZnO	6.12

英國製A體溫計の球部の分析の結果を見るにこの硝子はエナ16^m硝子に極めて類似せるを知る。今16^m

硝子の組成を次に掲げて比較せん。

16^m 硝子の組成

SiO ₂	67.5
Al ₂ O ₃	2.5
CaO	7.0
Na ₂ O	14.0
B ₂ O ₃	2.0
ZnO	7.0

温度計ニ關スル調査

英國製A體溫計の球部硝子の分析の結果とエナ16^m硝子の組成とを比較して見るとその組成が殆んど同一なることを知る。英國製A體溫計の球部硝子にエナ16^m硝子の組成を用ひたるものと思考せらる。數字に現れたる多少の相違は調合熔融等種々の状態に起因したるものなり。

之によりて考ふるに英國製A體溫計は棒部に光澤よき又體裁のよい鉛加里硝子を用ひ、球部には經年變化及び零點降下の比較的少きエナ16^m硝子を用ひ、兩種硝子の長所を利用せしものなり。

第三節

英國製A體溫計球部の壁の厚さ

英國製A體溫計は他の棒狀體溫計に比較して割合に感じが早い、その理由の内一つは球部の硝子壁の厚さが極めて薄きによるものと考へらる。故に壁の厚さ

九六

を實測して厚さの程度を明かにせり。球部の大きさの大なるものと小なるものとの二種に分け、大小二種のものの中より球部の長さの略と同一なるもの各五箇づゝ、計十箇外直徑の略と同一なるもの各五箇計十箇總計四種二十箇の球部の壁の厚さを實測せり。これを表にして次に掲げたり。

1. 球部の大なるもの

(a) 球部の長さの略同一のもの五箇

號	球部の長さ (m.m)	球部の外直徑 (m.m)	全容積 (m.m ³)	壁の厚さ (m.m)	摘要
1	16.40	2.25	65.21	0.165	—
2	16.50	2.45	77.79	0.206	二十箇中容積最大
3	16.50	2.35	71.57	0.115	—
4	16.45	2.20	62.53	0.175	—
5	16.45	2.40	74.42	0.231	二十箇中壁厚最大
平均	16.46	2.33	70.30	0.178	—

(b) 球部外直徑の略同一なるもの五箇

號	球部の長さ (m.m)	外直徑 (m.m)	全容積 (m.m ³)	壁の厚さ (m.m)	摘要
6	16.75	2.25	66.60	0.137	二十箇中球部の長さ最大
7	16.70	2.20	64.62	0.204	—
8	16.50	2.20	62.72	0.120	—
9	16.55	2.20	62.91	0.090	二十箇中壁厚最小
10	16.70	2.25	67.58	0.114	—
平均	16.64	2.22	64.89	0.133	—

球部の大なるもの十箇の壁厚の平均値は0.156 ミリメートルなり。

2. 球部の長さの小なるもの

温度計ニ關スル調査

九七

(c) 球部の長さの略同一なるもの五箇

號	球部の長さ (m.m.)	外直径 (m.m.)	全容積 (m.m. ³)	壁の厚さ (m.m.)	摘要
11	14.10	1.95	42.11	0.143	—
12	14.10	2.00	44.30	0.152	—
13	14.00	1.95	41.81	0.175	—
14	14.10	1.70	32.75	0.150	二十箇中外直径最小
15	14.00	1.80	28.15	0.126	二十箇中容積最小
平均	14.06	1.88	37.82	0.148	—

(d) 球部外直径の略同一なるもの五箇

號	球部の長さ (m.m.)	外直径 (m.m.)	全容積 (m.m. ³)	壁の厚さ (m.m.)	摘要
16	13.90	2.35	60.29	0.156	—
17	10.00	2.35	43.37	0.135	二十箇中球部の長最小
18	14.30	2.40	64.69	0.183	—
19	13.90	2.40	62.88	0.151	—
20	10.65	2.35	46.19	0.140	—
平均	12.55	2.37	55.48	0.153	—

球部の小なるもの十箇の壁の厚さの平均値は(c),(d)の表より0.151ミリメートルを得らる。球部の大なるものと小なるものとの二十箇の壁の厚さの平均値は(a),(b)(c)及び(d)の表の平均の壁の厚さより0.154ミリメートルを得。

球部の壁の厚さを實測するにはスフェロメーターを用ひたり。球部の大小は壁の厚さには無關係なり。

第四節

アルカリ遊離試験

棒部硝子のアルカリ遊離試験 棒部の硝子三本を硬質硝子試験管(この試験管はアルカリ遊離を綿密に數回検査し如何なる状態に於てもアルカリを遊離しないことを確めたるものなり。以下用ゆる試験管も同様のものなり)に入れフェノールフタリンのアルコール溶液を一二滴々下しこれを蒸溜水にて適度に稀釋し、この試験管を一時間沸騰水中にて煮沸せるに殆んど着色せざりき。二時間煮沸せる時極めて微かに着色せり。

球部の硝子のアルカリ遊離試験 球部のみを切り取り水銀を除き之れを三四箇の破片にして、球部の三十本分程を試験管に入れ豫め蒸溜水にて充分洗滌し、フェノールフタリン溶液二三滴を滴下し蒸溜水にて稀釋し、これを一時間煮沸せるに淡く着色せり。

又球部のみを取り水銀を除き球部内にフェノールフタリンの熱溶液を注入せしに微かに着色せり。

英國製A體温計をなせる棒部及球部の硝子はアルカリを比較的に遊離し難き硝子なり。

第五章

平型體温計の破損箇所と ストレーンとの關係

第一節

緒言

大正十年一月より農商務省に於て體温計の檢定を
始めしに、平型體温計既成品の破損するもの多く、大正十
一年には其の破損率最も多く、甚だしきものに到つては
五割乃至六割の破損品を生じたりき。體温計製作者は
勿論の事、中央度量衡檢定所に於ても困却せり。

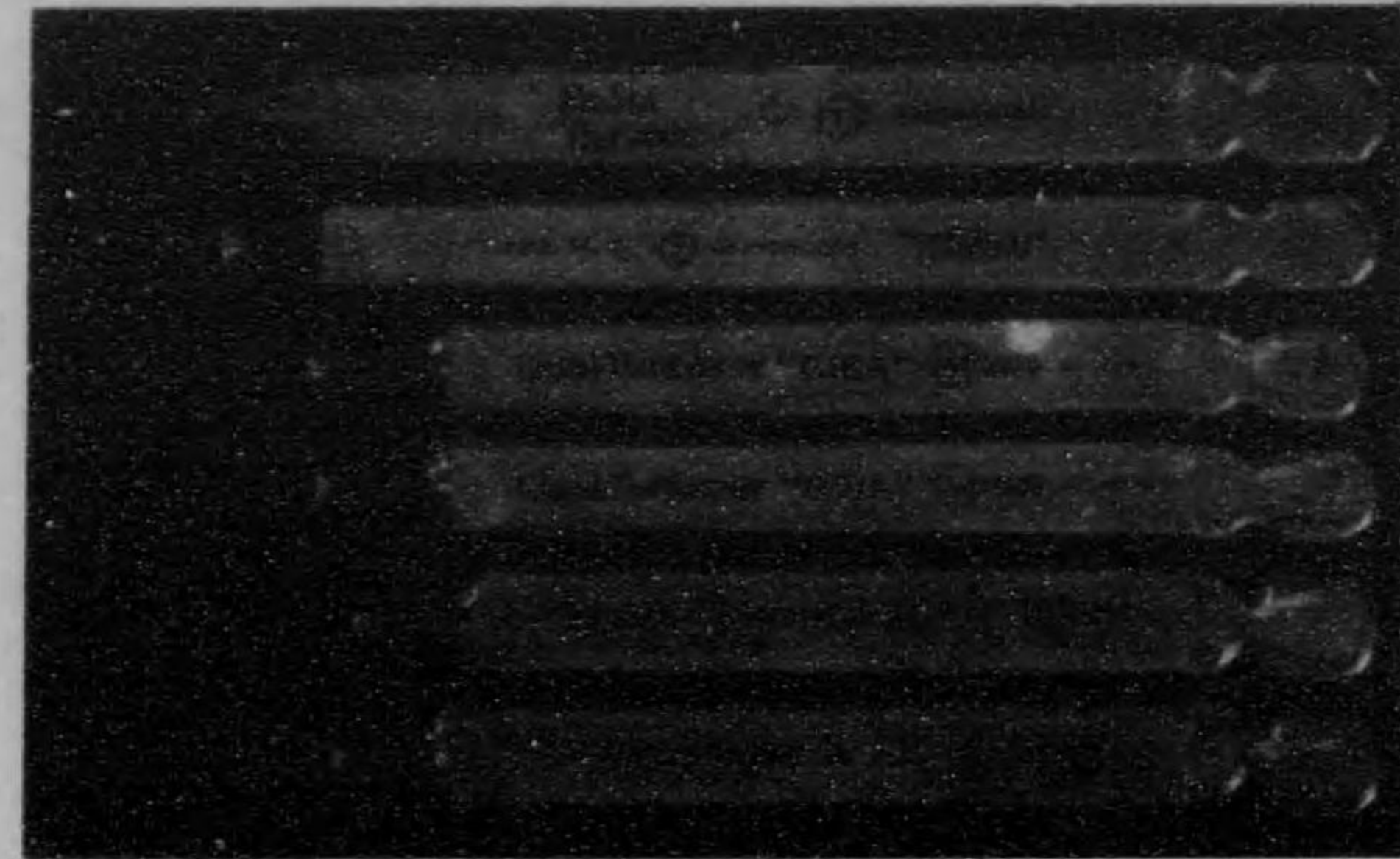
茲に其の破損の原因を調査し、尙破損を防止する方
法を考案せり。

第二節

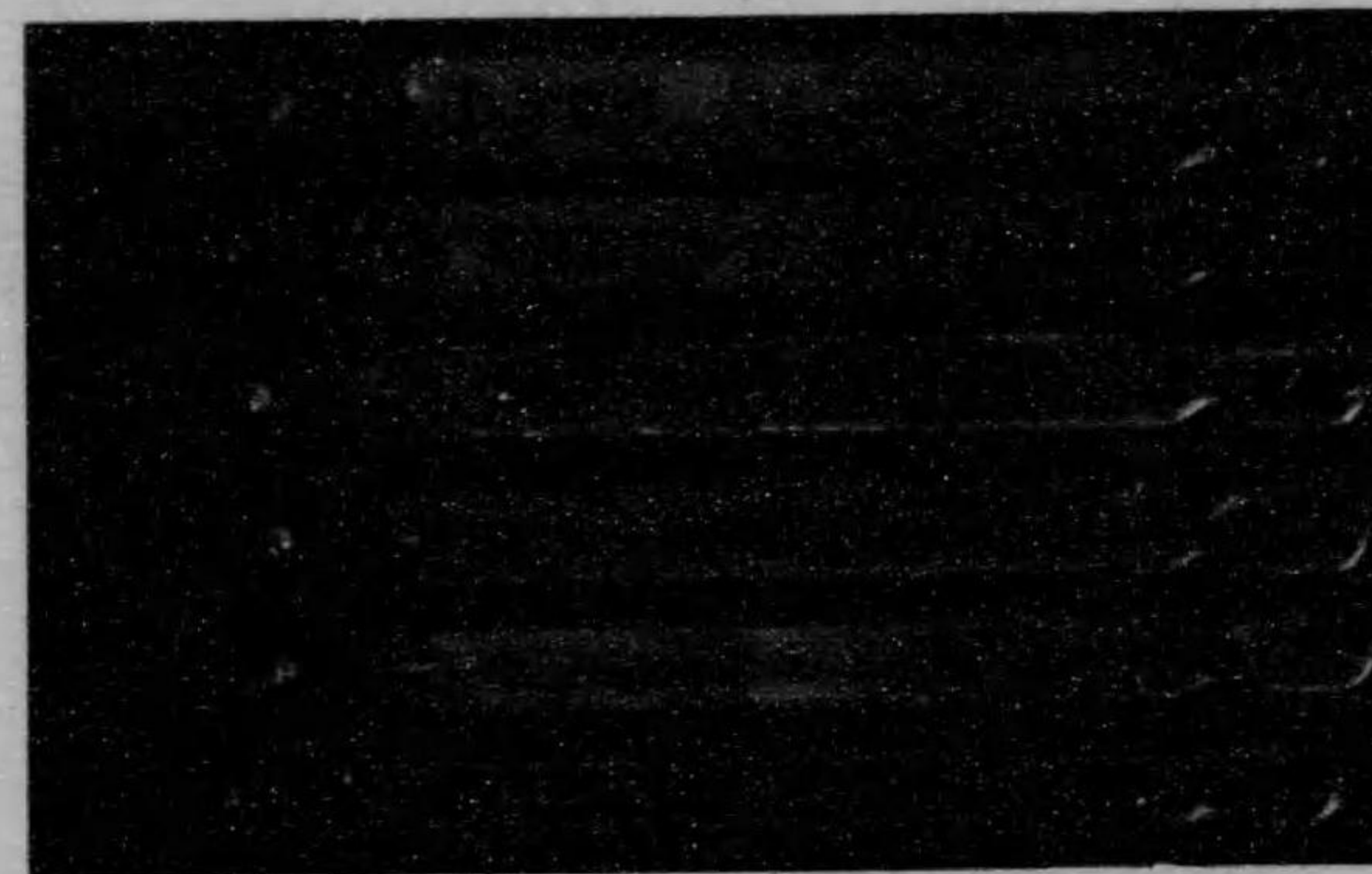
平型體温計の破損箇所

平型體温計は外國製品及び日本製品共に其の破損
率は棒狀體温計に比して大なり、而して其の破損する箇

第二十七圖



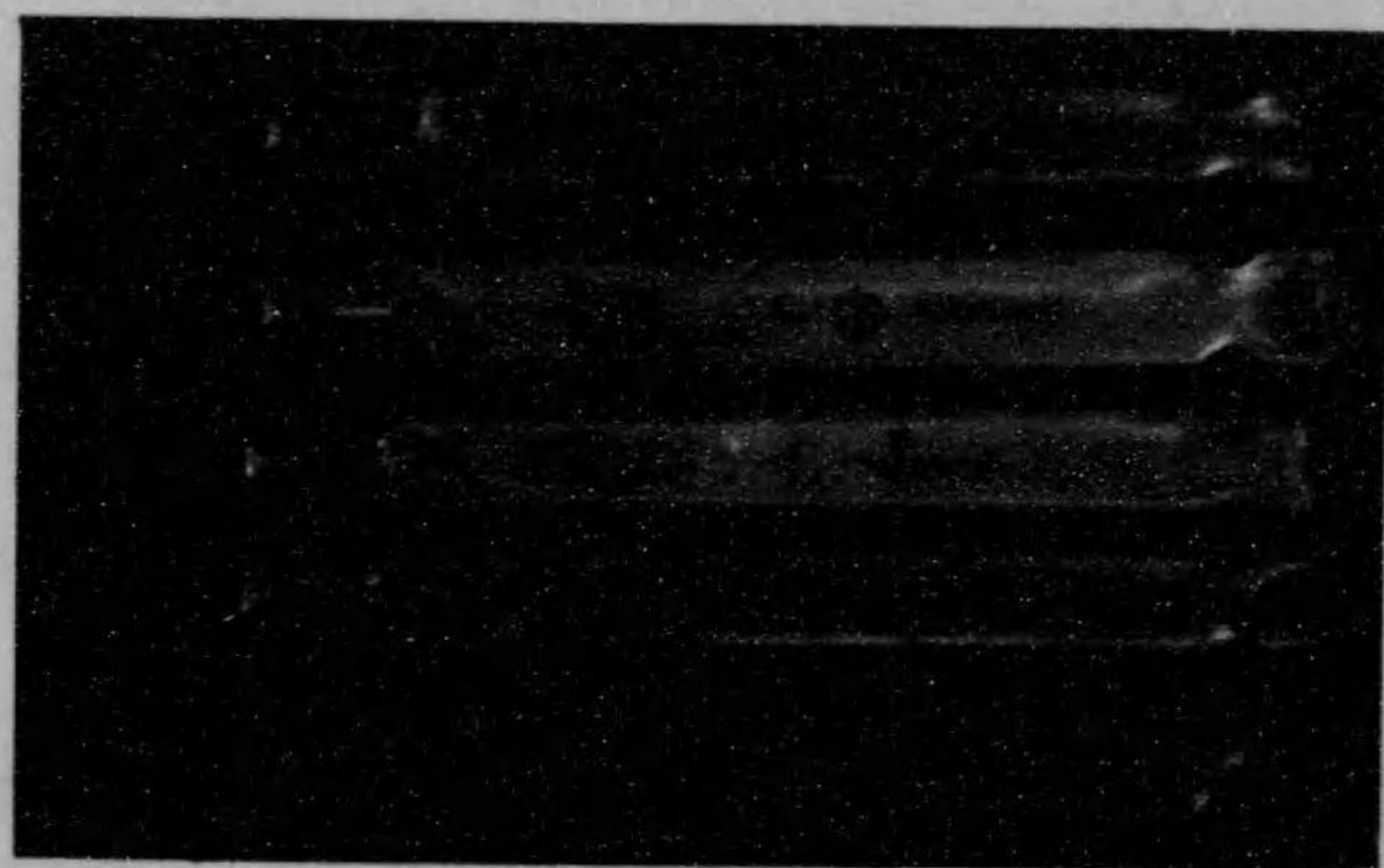
第二十八圖



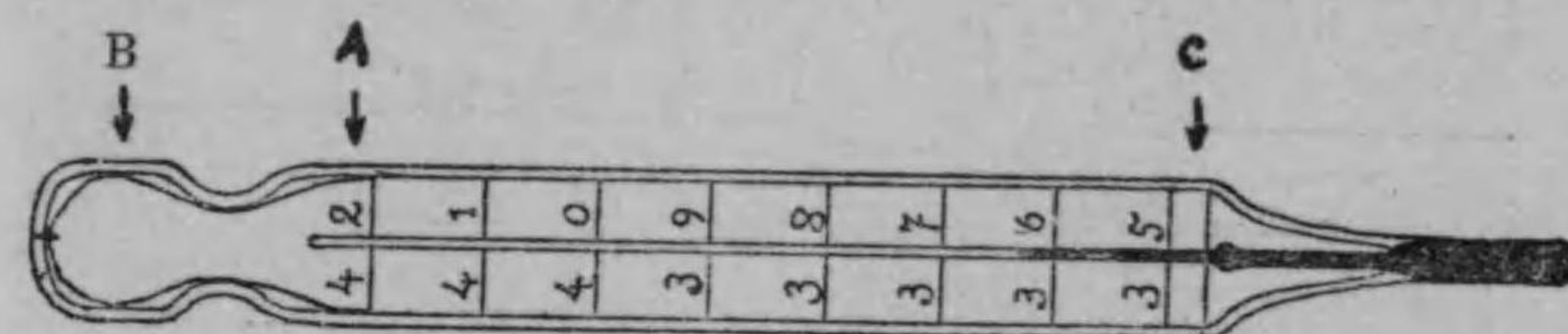
第二十九圖



第三十圖



所は次圖によりて示せるAの部最も多く、次ぎにBの部にて、極く稀にはCの部なり。



温度計ニ關スル調査

寫真に示せる第二十七圖及び第二十八圖は日本製平型體溫計數種につきて、Aの部に於て破損せるものを示す。製作所異なりても破損箇所が殆んど同様なる事を知る。

第二十九圖に於ては獨乙製B體溫計及び獨乙製C體溫計の破損箇所を示せり。Aの部及びBの部に於て破損せるを見る。

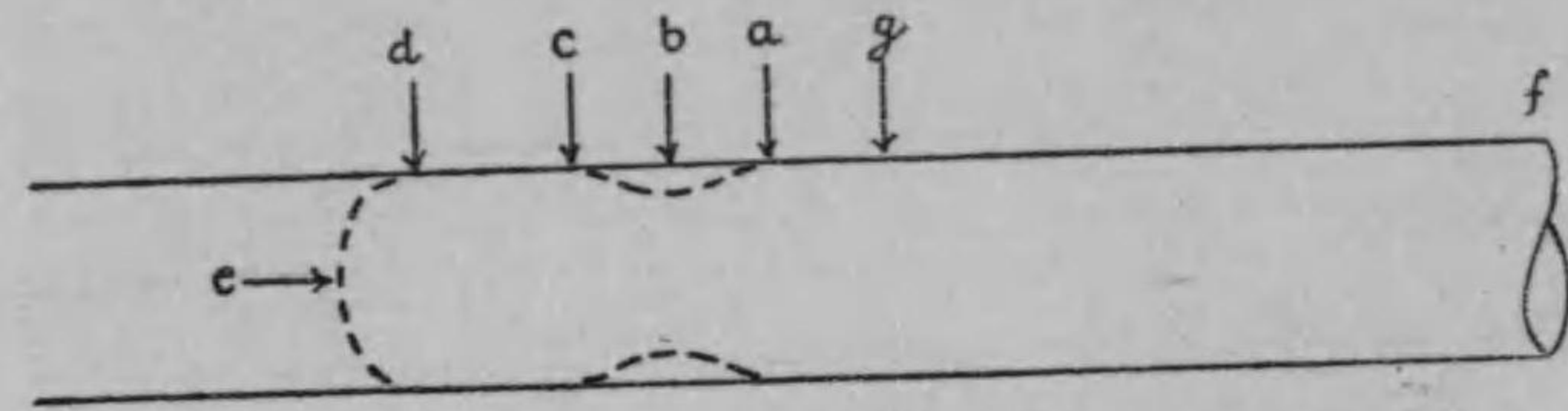
第三十圖に於てはBの部に於て破損せるものを示す。

第三節

平型體溫計の頭部製作時の熱

及びストレートの分布状態

下圖の實線にて硝子管を示す。a c 間を熱して點線にて示したる a b c 部を作る。d より左方を熱して

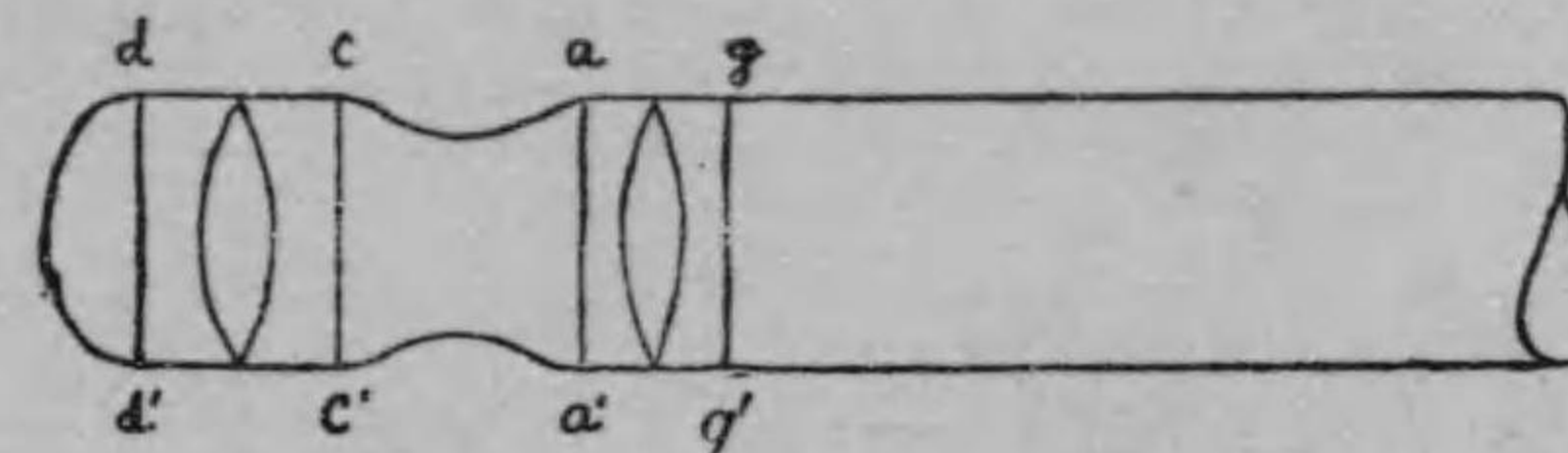


d e となす。故に瓦斯細工にて熱を受ける部は g より左方にて、其の内 a, c, d の三箇所は外方に向ひて凸形をなす故に b 部の如く外方に向つて凹形なる部よりも熱の發散は速かにて、従つて冷へ方も速かなり。e の部は最後に封ずる所なる故に、凸形なれども、他の部よりも冷へ方が後れる。體溫計の切口は圓形ならずして、橢圓形に近き形なるに依り、上圖にて紙面と垂直に短軸があるものとすれば、長軸の端即圖にて上下の兩端は中間部に比して凸形鋭き故に冷へ方速かなり。

冷へ方の速かなる部にはストレインは生ぜざる理なり。ストレインは冷へ方の速かなる二つの部分に挟まれたる冷へ方の遅き部に生ず。何とならば、ストレインは分子配列の間隔に不同を生じたる所に存す、而して冷へ方が速かにも、分子配列の間隔が皆一樣に他の部よりも大、又は小なるのみにて、斯様なる場合にはストレインとはならざればなり。硝子管の外壁と内壁とに垂直なる方向には勿論ストレインを生ず。然かれども、此のストレインは體溫計の破損には無關係なり。此所に

ては破損に關係のある硝子面の方向のストレインのみに就て論ず。

下圖 a a', c c', d d', g g' にて示したる線の部は冷へ方の速かなる部分にて、g g' より右方は熱を受けざる部分なり。



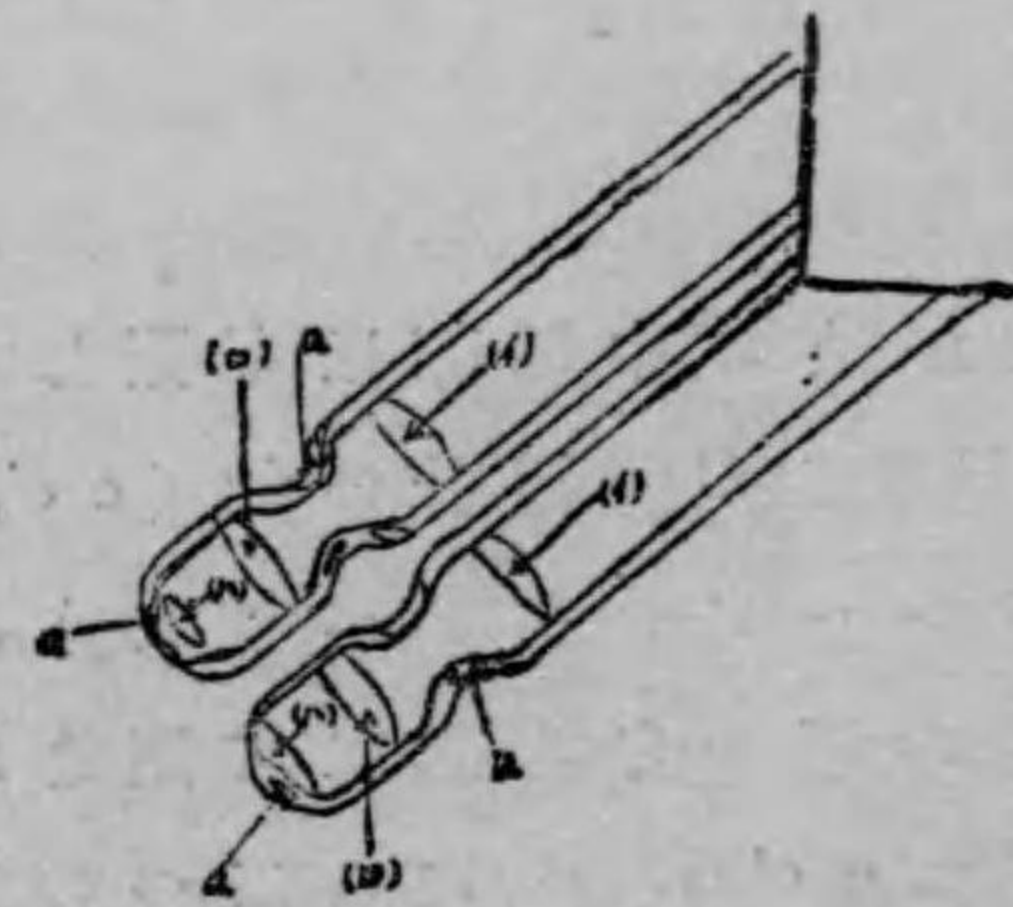
此等の線の間は冷へ方の遅き部にて、ストレインの生ずべき所なり。然れども a a', c c' の中間は最も遅く冷へ、其の冷へ方除々なる所なる故に著るしきストレインの生ぜざる事は明かなり。c c', d d' の中間の部は其の形状によりて、ストレインの生じ方が異なり日本製品の多數の如く c c', d d' の中間の部の長さが餘り長からざるものは、a a' と g g' との中間部ほど烈しきストレインは生ぜず。獨乙製 B 及び C 體溫計の如く c c', d d' 間の長きものは烈しきストレインを生ずべきなり。

二つの冷へ方の速かなる部にて圍まれたる冷へ方の遅き部即 a a' g g', c c' d d' なる二つの部分の冷へ方を考ふるに、a a', a g の溫度差及び凸形の狀態によりて異なるべきも、a a' g g' 部の内にて最も後まで冷へざる紡錘形にて示したる部が周圍より引張られて分子配列の間隔が延引ばされる事は明かなり。第三十一圖以下

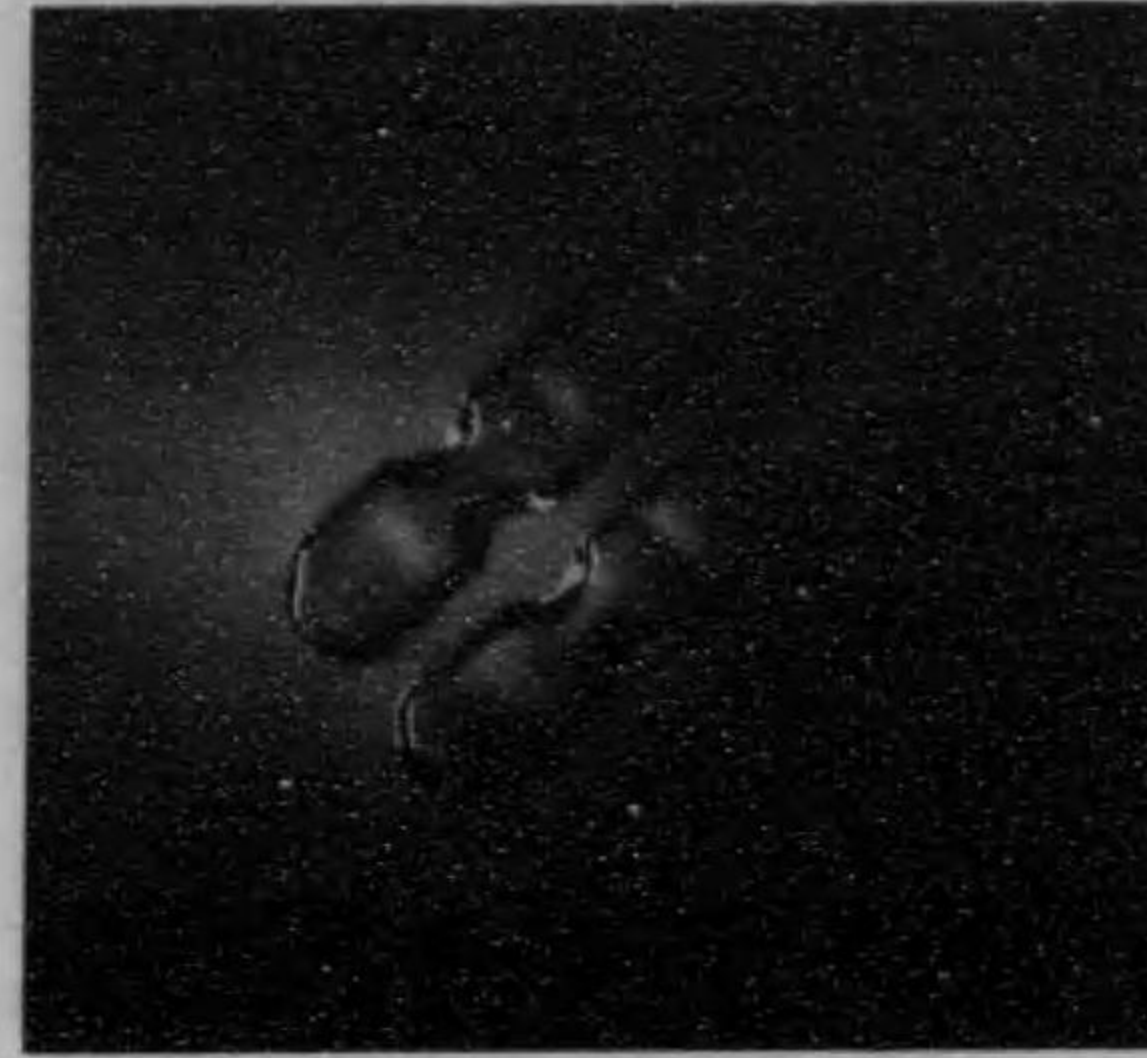
第三十九圖までの寫真によりて知る如く、調査の結果、 a 、 g 、 $a'g'$ の兩部が速かに冷へ、 $a a'$ 、 $g g'$ の部が $a g$ 、 $a' g'$ によりて支へられ居る如き状態にて内部が $a a'$ 、 $g g'$ の兩側より冷へ來りしものなる事を見出せり。 $c c'$ 、 $d d'$ の部に於ても同様なり。

第三十一圖及び第三十二圖は平型體溫計の外管をアルミウウ刻度板無しにて、體溫計製作時と全く同様にして作りしものをストレーンビューアーにて見たるものなり。材料は柏木驗溫器製作所に依頼して製作せしものなり。

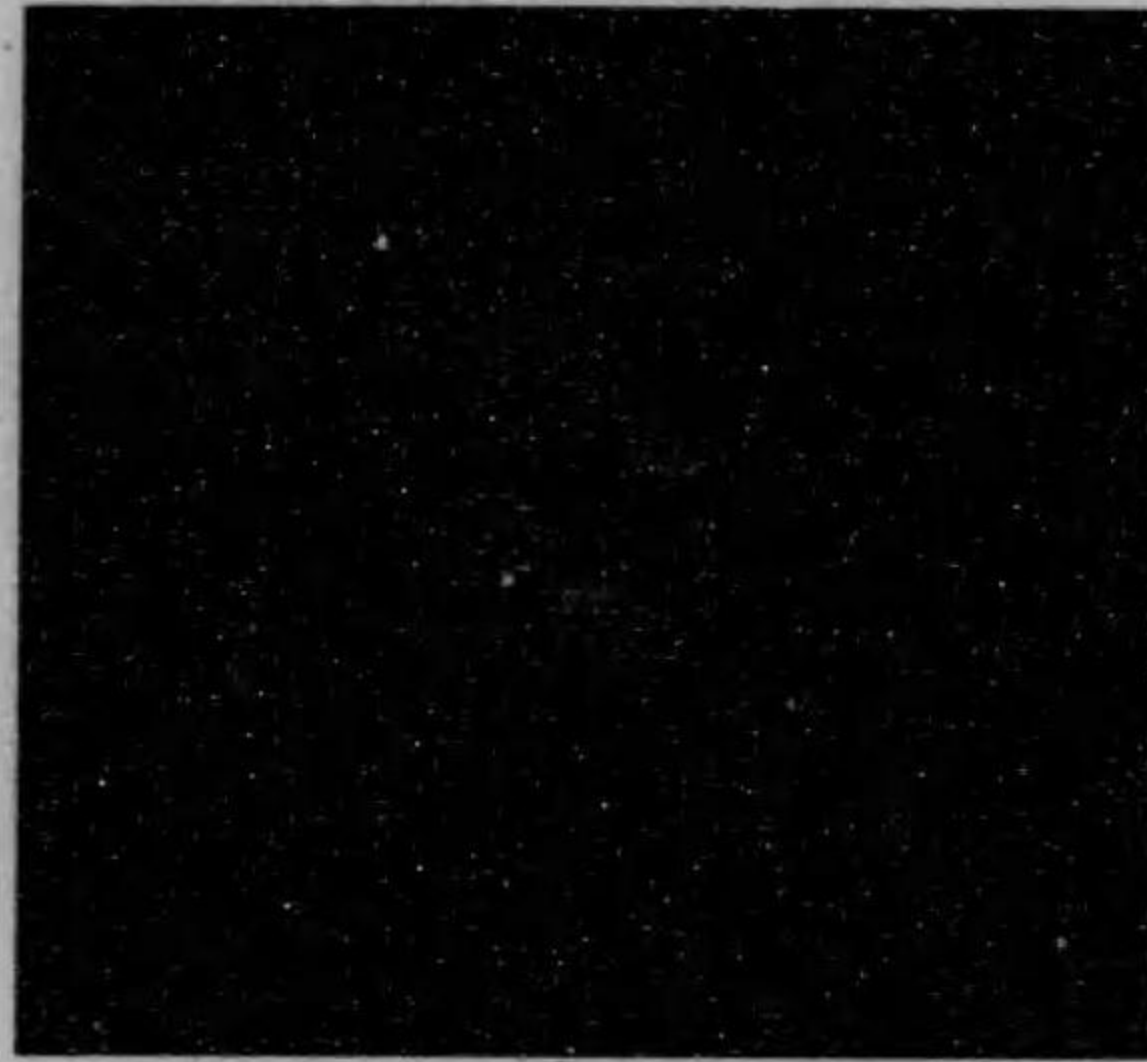
第三十一圖はストレーンビューアーにて體溫計管を水平と45度の角度に置きたる時の寫真にて、下に其の要所を寫したるものを掲ぐ。



第三十一圖



第三十二圖



第三十三圖



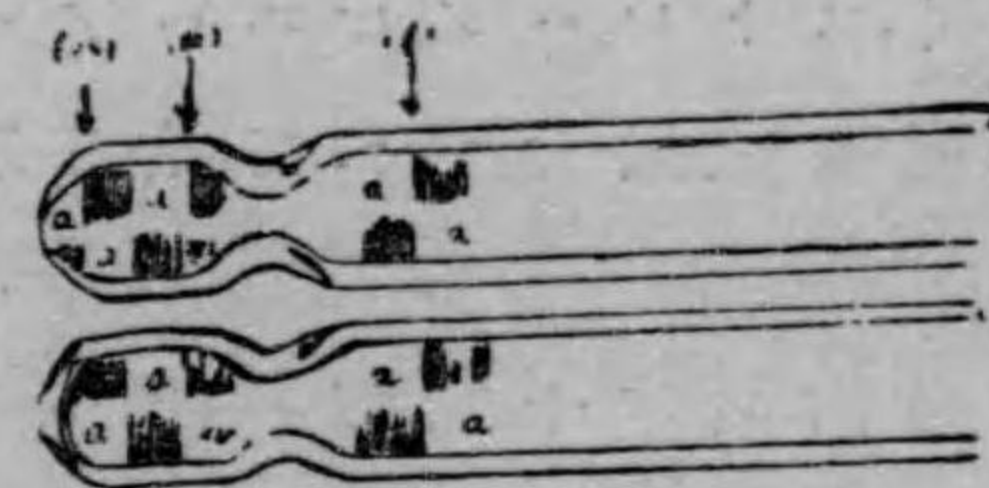
第三十四圖



圖中 a にて示したる特に光線の強き部は器物の不規則形状より來る光線にて、(イ)、(ロ)、(ハ)等にて示したる部はストレーンの存在する箇所にて、此の角度の場合には青色を呈す。寫眞に於て明かなる如く、此のストレーンは頭部の端に於けるもの即(ハ)の部が最も微かにて、最も明かなるは、頭部より最も離れたるもの即(イ)の部なり。

第三十二圖は第三十一圖のものと同物にて水平の位置に置きたる時にストレーンビューアーにて見たるものなり。寫眞中著るしく光線の強き部は器物の不規則形状より起りたるものなり。下圖に於て前圖の場合と同様に、寫眞の要所を寫したるものを掲ぐ。圖中(イ)、(ロ)、(ハ)にて示したる所は前圖の(イ)、(ロ)、(ハ)に相當する所にて、a にて表はしたる所は青色にて黒く表はしたる所は赤色に見ゆる所なり。

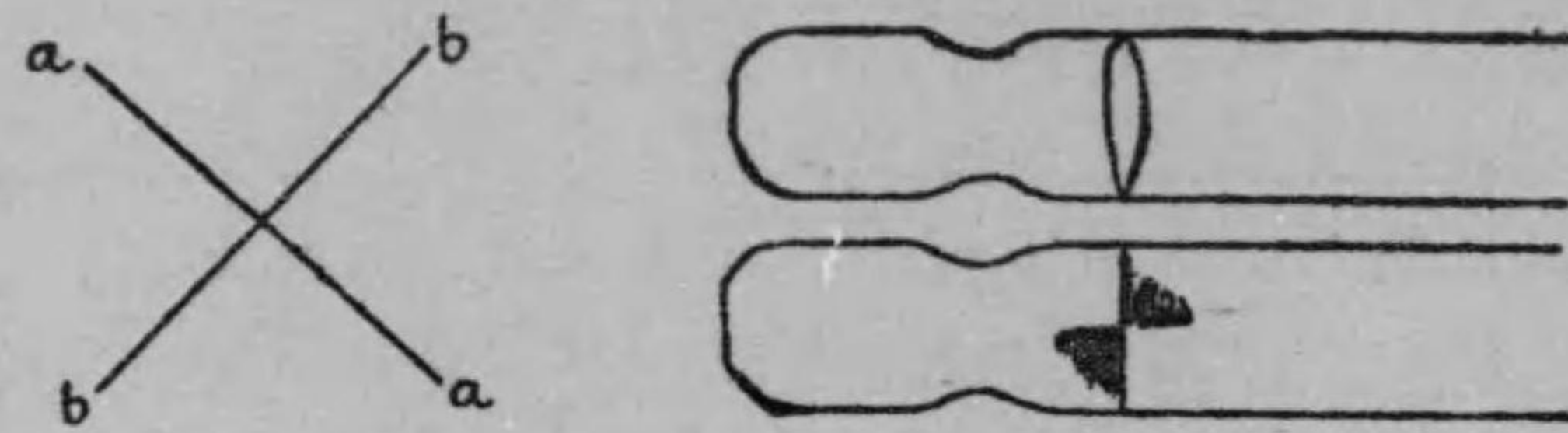
溫度計ニ關スル調査



第三十一圖及び第三十二圖に示すが如く、ストレーンビューアーにて見たる寫眞に依れば、第三十一圖にては水平と45度の傾きなる故に、青色に見ゆる部は、體溫計の長さの方向に分子配列の間隔が延び居る事を示すものなり。

第三十二圖に依る時は下圖の aa の方向に分子配列の間隔が延び居る時は赤色を呈し, bb の方向に延び居る

温度計ニ關スル調査



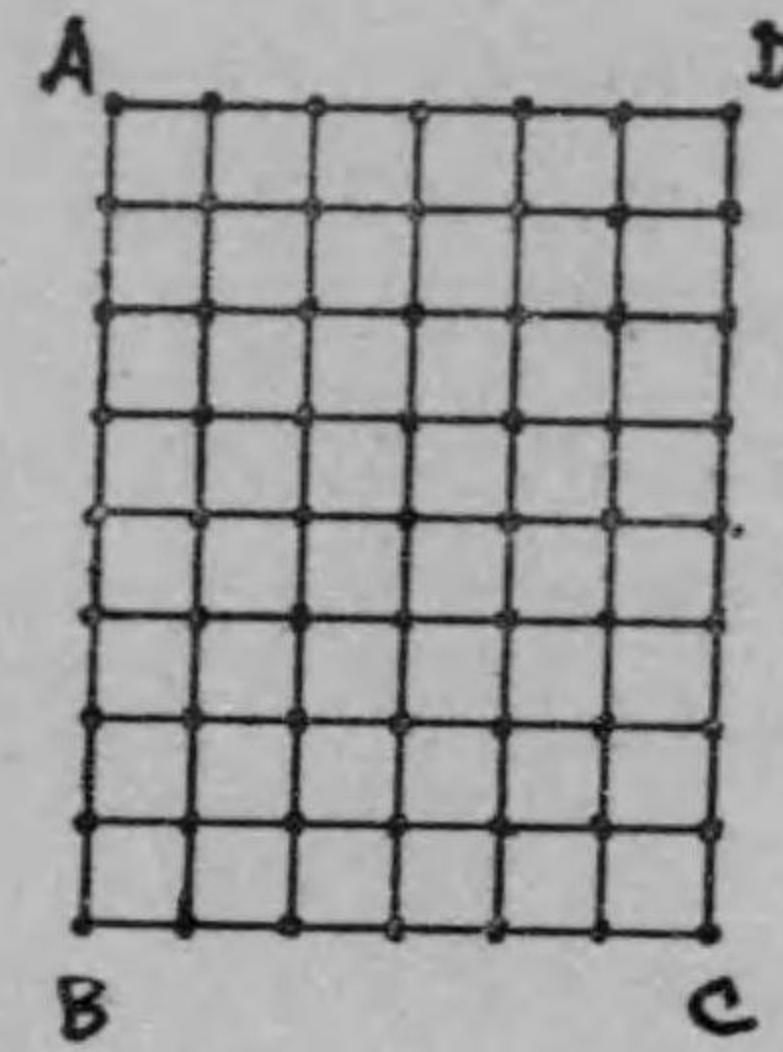
ものは青色を呈す。右方に二つの體温計頭部を示したるものの上のもの第三十一圖のものにて, 下方のものは第三十二圖のものにて, 同一の大きさに描きてストレーンの位置を示したるものなり。下方のものの赤青兩色の境界線は一つは體温計の長さの方向にして, 他は之れに直角なり。此の直角の方の境界線は第三十一圖の青色の紡錘状形の中心線に全く一致す。(寫真にて合せ見るまでもなく, ストレーンビューアーを使用して物體を水平又は45度に位置を代へて見る時は容易に判明する事なり)

第三十一圖及び第三十二圖を組合せて體温計硝子中の分子配列の状態を見出せば, 第三十一圖によりては體温計の長さの方向に分子の間隔が延び, 之と直角の方向には分子の間隔に變化なき事を示す。第三十二圖によりては, 一點の周圍を四分し, 其の點に對して點對稱の位置にある所の二つの部が, 分子の間隔の延び方は同じにて他の二つの部の延び方とは直角をなす事を示す。此等を全部同時に説明する分子配列の状態を次圖に掲

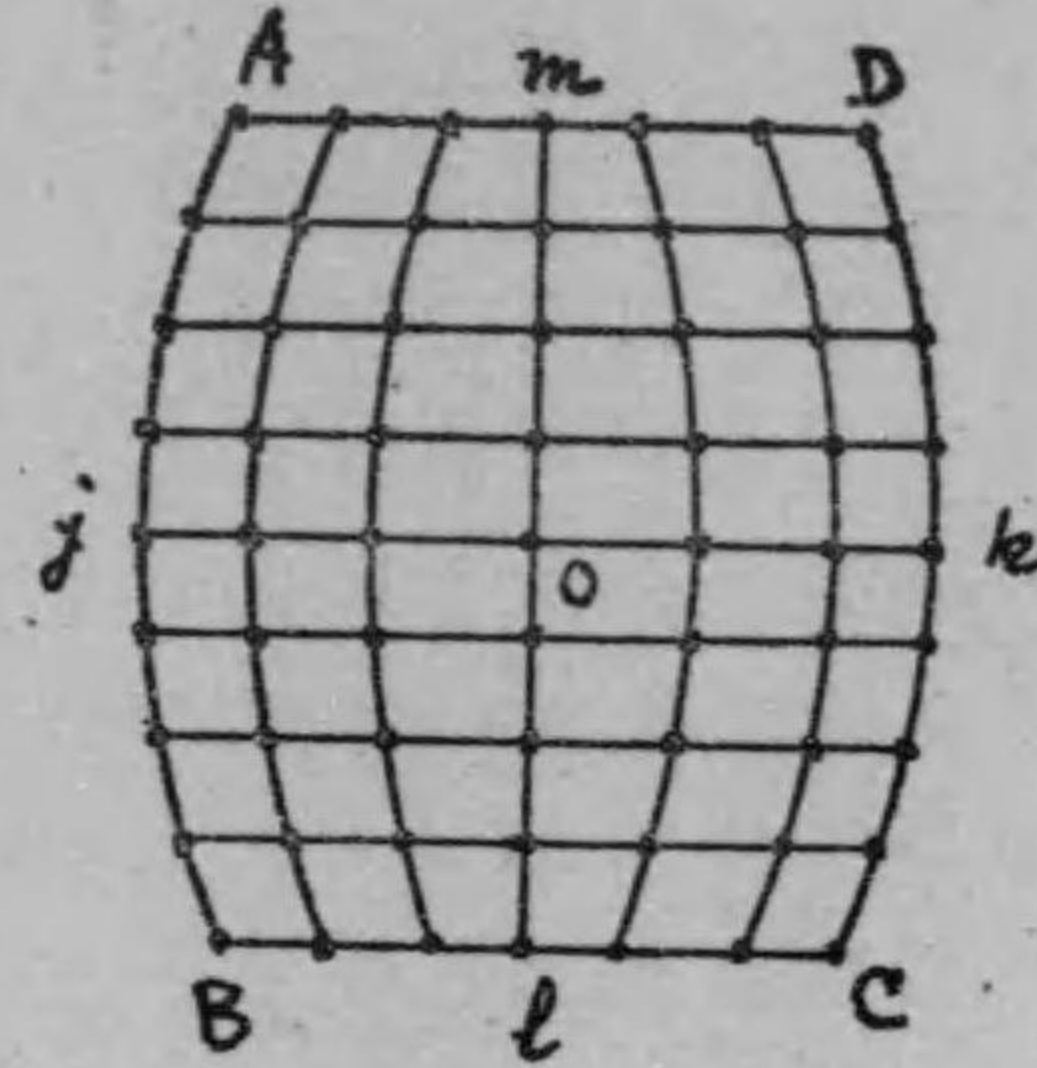
一一〇

ぐ。

甲圖



乙圖



温度計ニ關スル調査

上圖の AD , BC の方向は體温計の長さの方向とす。各の點を以て硝子の分子を表はすものとす。甲圖に示したるはストレーンの無き場合にて, 分子配列の間隔は一樣なり。乙圖に示したる分子配列の状態は第三十一圖及び第三十二圖の説明に用ひんとするものにして, AD 線及び BC 線上にては, 分子配列の間隔に變化なく(甲圖に於けると同じ), 又 AD の中點と BC の中點とを結ぶ線上の分子の間隔も變化なくして, $ABCD$ にて圍まれたる内部の他の分子は皆 AD , BC の方向に間隔を延ばす。此の延び方は中心に於て最も大にて上下(圖にて)の兩方向に行くに従つて一定の割合に減少し AD 及び BC 線上に来る時は延びの量無し, 又 AD , BC 各々の中點を結ぶ線より左右に行くに従つて一定の割合に減少す。

一一一

第三十一圖の説明をなさんに、A B C D 全部につきて、AD の方向と AB の方向とを比較すれば、AD 或は B C の方向には、分子間隔は延び居れども、AB 或は D C の方向には分子間隔は全く延び居らず、而して AD 或は B C の方向の分子間隔の延びの量は、中心 o の附近に於て最も大なり。以上は即第三十一圖の説明として充分なり。第三十二圖の説明をなさんに、AB, CD, BC, AD の中點の分子に夫々 j, k, l, m なる符號をつけ、中心の分子に o なる符號をつければ、A j o m 及び o l C k なる二つの部分に於ては、A C の方向よりも B D の方向に分子間隔の延びの量多し、故に此の兩部に於てはストレーンビューアーにて見たる時は青色を呈す。j B l o 及び m o k D なる二つの部分に於ては、B D の方向よりも A C の方向に分子間隔の延びの量多し、故に此の兩部に於ては赤色を呈す。

第三十一圖の青色の方が第三十二圖の青色より遙かに強き理由も乙圖の分子配列の状態を見れば明かなる所なり。

上に述べし所によりて、ストレーンの状態が判明せしによりて、此の所に存するストレスの方向も知り得。此の方向は、m o l 線の左右兩部を m o l 線より引離さんとする方向なる事明かなり。

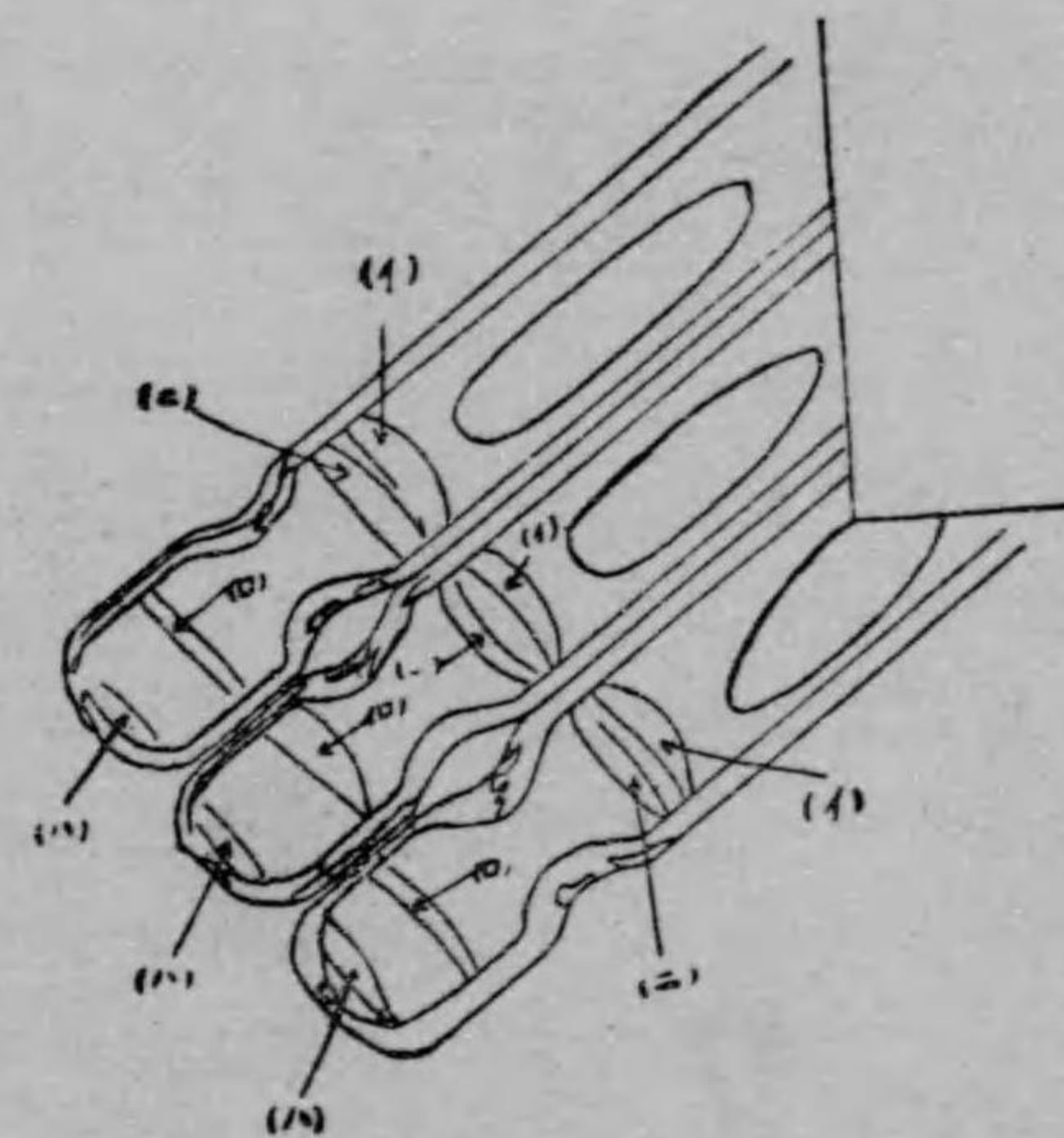
上に説明し來たりたる事は體溫計にアルミニウム等の刻度板の無きものにつきての説明なれども、刻度板を封入する事によりて、上に説明せる事に如何なる影響を及ぼすかは次節にて述べんとす。

第四節

刻度板の影響

刻度板封入時の瓦斯細工は第三十一圖のものを瓦斯細工すると全く同様な操作にて、異なる所は内部に刻度板の封入せられる事及び頭部の端にて刻度板の頭部を押へる事なり。

第三十三圖及び第三十四圖に掲ぐるものは、第三十一圖及び第三十二圖に掲ぐるものと同材料を用ひて同じ日に同じ製作人が作りしものにて、たゞ異なる所はアルミニウム刻度板を封入したる事のみなり。此の封入

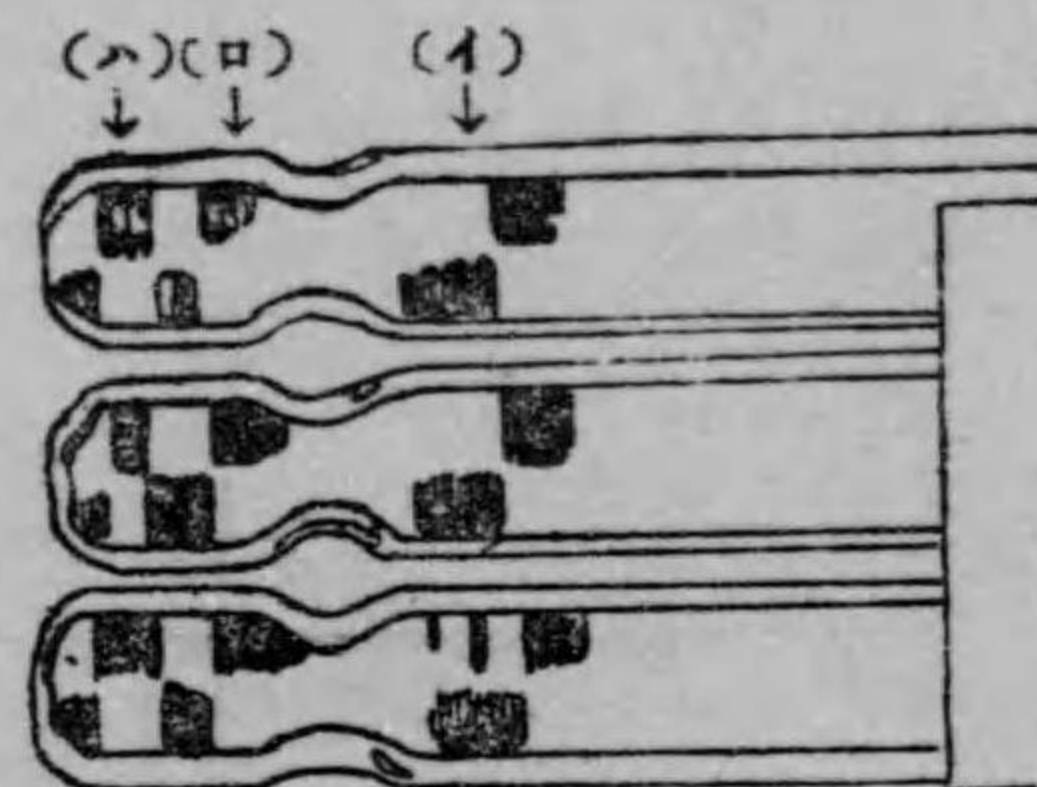


されたるアルミニウム刻度板を後日取り出してストレーンを見たるものを寫真に撮影せり。

前頁に擧ぐる圖は、第三十三圖の要所を寫したるものなり。

第三十一圖及び第三十二圖の場合と異なる所のみを説明せん。前頁の圖に於て示したる(イ)、(ロ)、(ハ)の三部のストレーンは、第三十一圖の場合より一層光り強し、(ハ)なる部は特に明瞭に現れ出てたり。(ニ)なるストレーンが新たに現れたり。

下圖を以て第三十四圖の要所を寫したるものを示す。



上圖中(イ)、(ロ)、(ハ)なる部は第三十三圖の(イ)、(ロ)、(ハ)なる部に相當し、且丁度一致する事は第三十一圖及び第三十二圖の場合に於けると同様なり。前圖の(ニ)の部に相當する部は光線弱くして寫らず。第三十二圖に比して大きさ異なれども實物は殆んど同じ大きさのものなり。

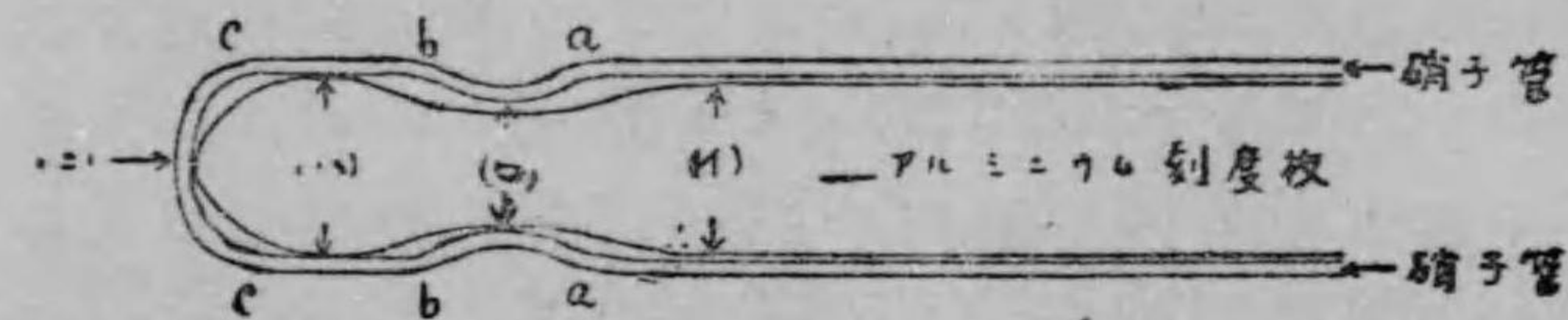
アルミニウム刻度板封入の影響と認められ得るものは

- (1) ストレートの強さが大となる事。
- (2) (ハ)の部のストレーンが頭部の尖端より離れ方大となる事。
- (3) (ニ)なる部分が新たに生じたる事。

以上の三種類の影響を認められ得。

(1)に於て述ぶる影響を説明せん、アルミニウム刻度板が硝子管内壁に接觸する所の冷へ方は、刻度板の無き時よりも速かになるために、其の接觸部の隣に生ずる所のストレーンは強さが大となる故なり。

(2)及び(3)に於て述べし影響を同時に説明せん、刻度板の形状によりて其の影響は種々なれども、一般的に論ぜば、次圖の(イ)、(ロ)、(ハ)、(ニ)にて示したる所は刻度板



が硝子管の内壁に接觸するか、又は最も接近せる所なり。硝子管の外面の曲率の相違のために起る所の速かに冷ゆる部を a, b, c, にて示す、此の a, b, c, に依つて起るストレーンは第三十一圖及び第三十二圖に於て説明せり。(イ)、(ロ)、(ハ)、(ニ)の部と、此の a, b, c の部との兩方の影響によるストレーンは同様の理由にて、(イ) a, a(ロ)、(ロ) b, b(ハ)、(ハ) c, c(ニ)の六箇所及び(イ)より圖の右方の一箇所(a(イ)間の距離大ならば生ぜず)合計七箇所に生ずべき理

なり。

上記七箇所の内にて、a, b, c部のみの影響によりてストレーンの生ずべき所と同一場所に生じたるものは其の強められ方が最も烈しかるべき理にて、此の箇所より遠かるに従つて、其の強められ方も減ずべし。

以下に於て各所のストレーンに就て説明せん。

(A) (a)の部とcの部の間に生じたるストレーンは寫真には現れざる方向なり。

(B) cの部と(b)の部の間に生じたるストレーンは、cb間の長さものにては、第三十一圖及び第三十二圖にて知る如く、刻度板が無くてもc, (b)の間に生ず若しcbの間が短かければ刻度板のなき時はcb間の中間に一つのストレーンを生ずべきなり。故に第三十三圖及線第三十四圖に於けるが如くca間の長さものにてはc(b)間及び(b)b間のストレーンは相當の強さとなる。第三十一圖と第三十三圖とを比較すれば明かに認むる事を得。

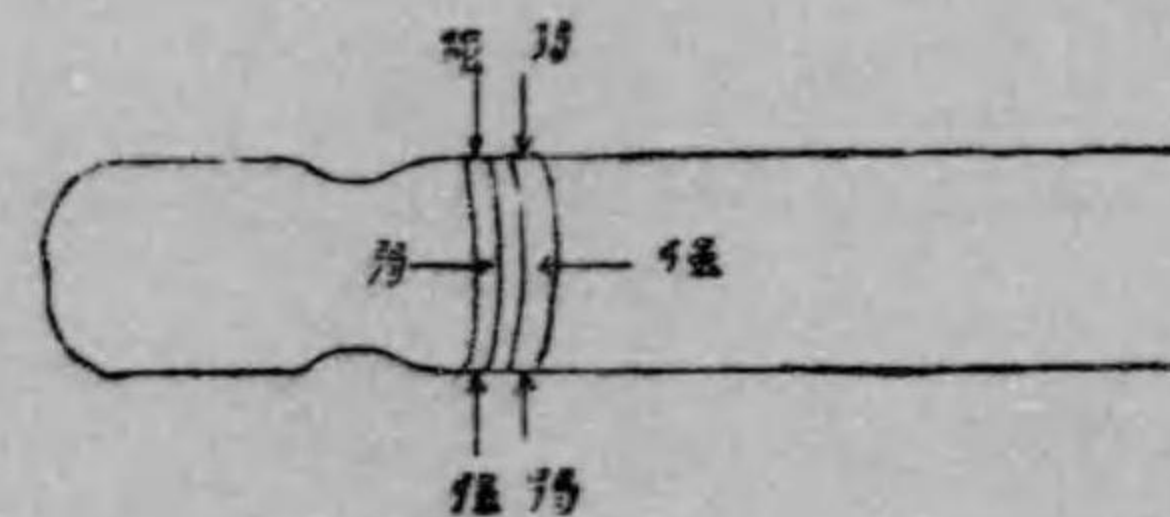
(C) (b)b間のストレーンは、Bの所にて説明せると同様なり。

(D) bの部と(p)の部の間のストレーンは、ba間の曲率、長さ及び(p)の部の接近の仕方等に關係して、其のストレーンの状態も變るべきも、第三十三圖及び第三十四圖に於けるものに就ては、ba間が長からざるが故に(p)の部の冷へ方は速かならず、故にb(p)間にては(p)の部の方へ近く極く弱きストレーンが生ぜるを見る。

(E) (p)a間に於ても(D)の所に説明せると同様な

り。ba間は曲率上より見て最もストレーンの生じ難き所なる故に、(D)(E)の所にて述べたるストレーンは極く弱かるべきものなり。

(F) a(i)間に於ては(i)の位置によりて、ストレーンの生ずる様子が異なりて、若し第三十一圖の如く、刻度板無く、a, b, cの部の影響にのみ依りて生ずる所より右方(圖にて)に(i)の部が位置すれば、生ずるストレーンは第三十一圖に於ける所に近く唯一箇生ずべし。若し又(i)の部が其れより左方に位置すれば、第三十三圖に於けるが如く、二箇のストレーンを生ず、第三十三圖に於て頭部の方に近く位置するストレーンは明かに此の(i)の部の影響によりて生じたるものを示すものなり。而して(i)の部の影響によりて生ずる所のストレーンは((p)(b), についても同じ) 寫真に於て體温計の輪廓の所に生ずるストレーンの方が、幅の中間部に生ずるストレーンよりも強かるべきによりて、第三十三圖に於て此の(i)a間に生じたる二本のストレーンの各の強弱部を下に圖示す。



上圖に示せる如き強弱部を有する故に、此等二本のスト

レ-ンを生じたる箇所より破損する場合には、略圖に示せる強の部を連ぬる線上にて破れるべきなり。第三十五圖及び第三十七圖に於て此の實例を示す。若し又一本のストレ-ンの生じたる場合には、破損する線はストレ-ンに沿ふて居るべきなり。第三十九圖に示せり。

第三十五圖は獨乙製 C 體溫計の水平と 45 度の位置に於けるものなり。破損せるものと並べて寫し比較の便に供せり。

第三十六圖は第三十五圖と同じものを水平の位置に置けるものなり。

第三十七圖は獨乙製 B 體溫計にして獨逸製 C 體溫計と同じくニヶ所のストレ-ンのために破損線の曲り居る事を示す。水平の位置のものは略す。

第三十八圖は日本製體溫計の一種にて、破損線は曲り居らざるものが一本のストレ-ンを有する事を示す。又獨逸製 B 及び C 體溫計等に比べて刻度板の肩が遙かに撫肩なるために、二本のストレ-ンが生ぜざる事を示す。

第三十八圖のものを水平の位置に置きたる寫眞は第三十二圖及び第三十四圖と同様なる故に略す。

第五節

體溫計の破損を減少せしむる方法

以上第四節までに記述せる事によりて、體溫計の破損するは、其の原因は體溫計に在存するストレ-ンに依

第三十五圖



第三十六圖



第三十七圖



第三十八圖



るものなるを知る事を得たり。

故に體溫計の破損を減少せしめんとせば先づ

第一に此等のストレーンを生ぜしめざる様にする事が必要なり。

第二には強きストレーンを生ぜしめざる事なり。

第三には刻度板の影響によりて生ずるストレーンと形状によりて生ずるストレーンとを一致せしめざる事なり。

第一の項につきては、體溫計の頭部を第三十一圖に示せる如き形状に爲せば、如何に注意すとも、其の形状のために生ずるストレーンを免かれること能はず。故に全くストレーンを生ぜしめざらんとせば、頭部の形状を他の形にしなければならぬ。

體裁上より是非第三十一圖の如き形を採用するものとすれば、次に述ぶる所の數種の條件に適合する様に製作せざるべからず。

第二の項及び第三の項の説明としては

(1) 體溫計の硝子には熔融點の高き所謂硬質硝子を使用せず、熔融點低くして瓦斯細工容易なる且粘性に富む硝子を使用する事。

(2) 體溫計の硝子管壁を餘り厚くせざる事。

(3) 體溫計管の切斷面を餘り扁平となさざる事

(4) 刻度板の肩は撫肩ならざるを可とす。獨乙製C體溫計の如く、毛細管を支ふるために、刻度板に垂直の突起を作り置く如きは最も拙なるものと認む。要は

第三十三圖に示せる如く二箇所にストレーンを生ぜしめて其の勢力を分割するにあり。

- (5) 體溫計の頭部は餘り長からざるを良しとす。
- (6) 體溫計の太さは大ならざるを良しとす。

第六節

日本製品と獨逸製品との比較

日本製品と獨逸製 B 體溫計及び C 體溫計とを比較する時は、獨逸製 B 體溫計は前節の數條件中(1),(2),(6)獨逸製 C 體溫計は(1),(2),(4),(6)の條件に適せず。多くの破損品を生ずるは偶然にあらざるを知る。日本製品に於ては各製作所に於ける製品に就て多少異なれども、(2),(4)の條件を具備せざるもの多し、然かれども獨逸製 B 及び C 體溫計と比較せば遙かに進歩せるものなり。

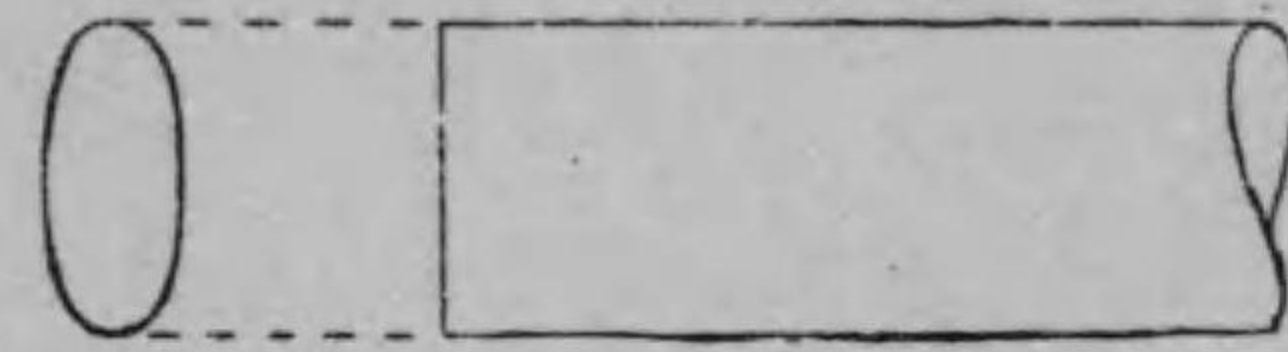
第七節

切斷面扁平なる硝子管の破損

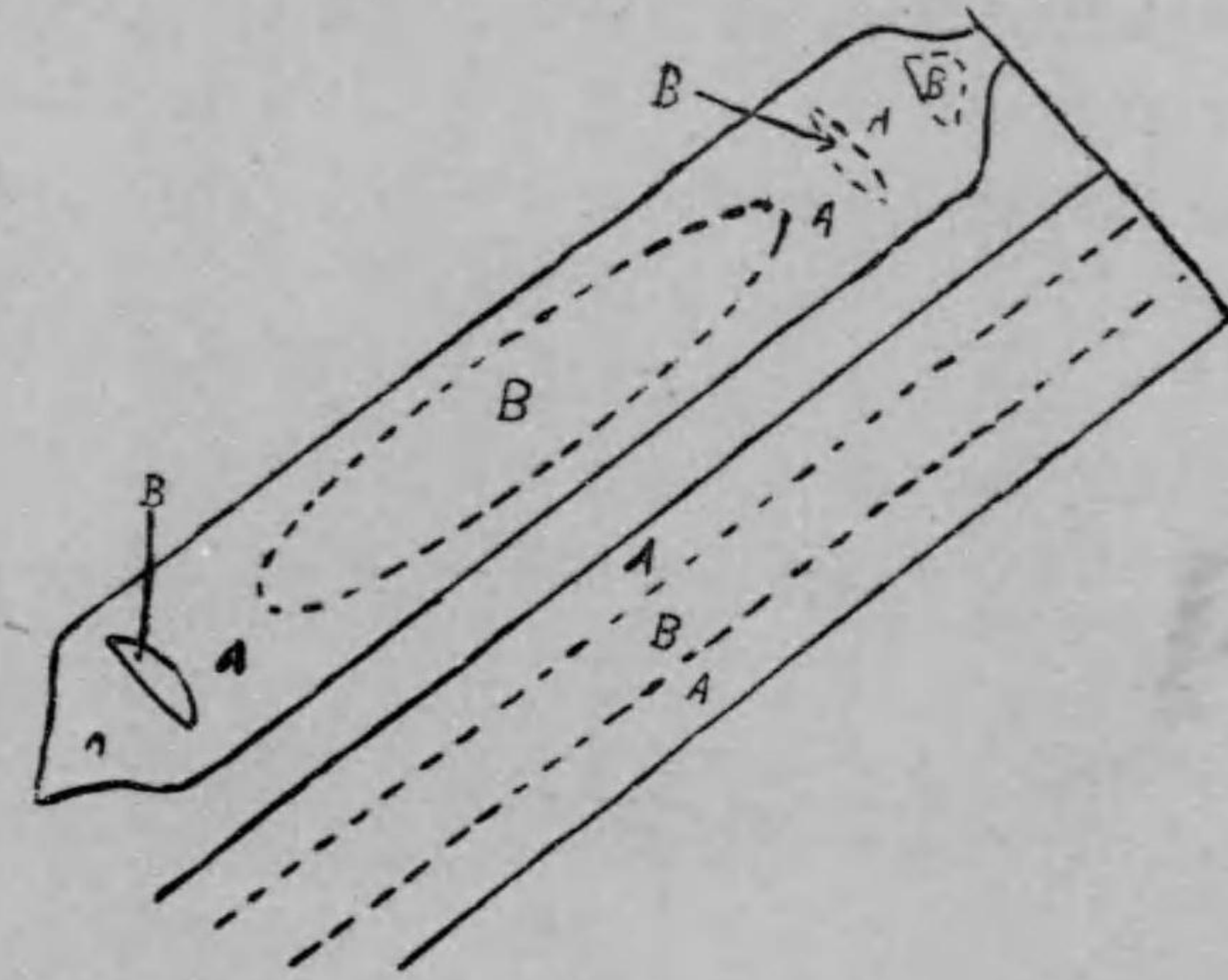
切斷面の扁平なる硝子管は、其の肉の厚さが極く薄くとも、破損しやすきものなり。第五節(3)の條件に於て體溫計管の切斷面を餘り扁平となさざる事と述べたる實例を兼ね、一般の硝子管につきて説明すべし。

第三十九圖に示す寫眞は、次圖に其の切口を示す如

き扁平なる硝子管にして、其の厚さは 0.5 ミリメートル、切口の長軸の長さ 19 ミリメートル、短軸の長さ 7 ミリメートルなる硝子管の水平と 45 度の位置に於けるストレーンビューアーにて見たる寫眞なり。



次圖にて、第三十九圖の要所を寫したるものを示す。下方のものは長き管にて、上方のものは兩端を瓦斯細工にて細くしたるものなり。



圖中 A にて示したる部は赤色に見え、B にて示したる部

は青色に見ゆる所なり、管の冷却する際に A 部は管の長さの方向に分子配列の間隔縮み、B 部は延びたるものなり。此の管を幅の狭き方向より見れば濃き紅色を呈す（寫眞を略す）即ち幅の狭き方の曲面は長さの方向に大なる縮み方をなし居る事を示す。管が扁平なれば扁平なる程、A 部と B 部との曲率の差が大となるによりて、A 部と B 部との冷へ方の遅速の隔りが大となりて、従つて分子配列の間隔の差は大となる。故に斯様なる切斷面の扁平なる硝子管は、常に其の長さの方向に垂直なる平面上に切斷せんとして居るものなり。

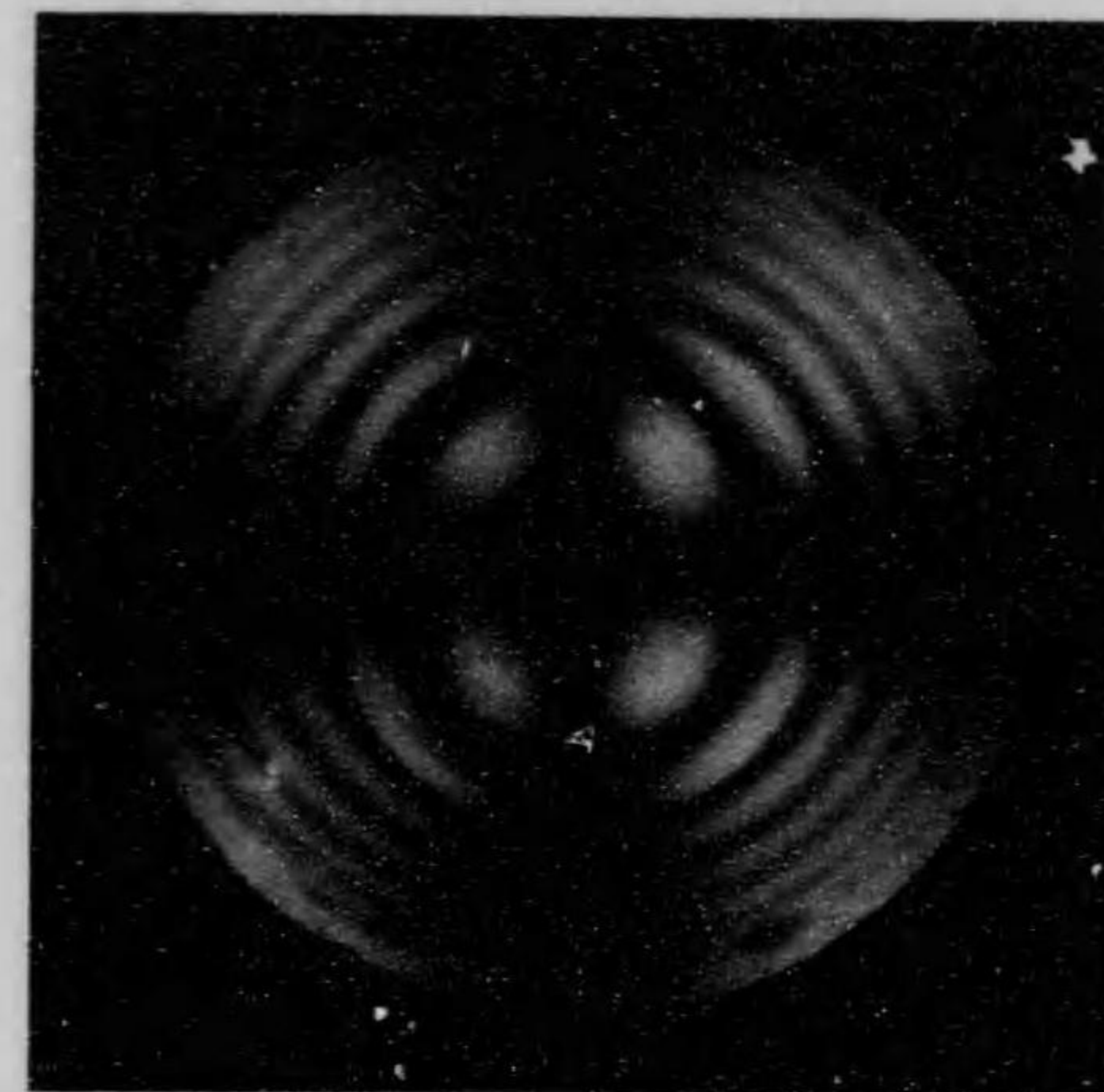
兩端を瓦斯細工にて細くしたる管につきては、A 部及び B 部の配置の状態異なり、體温計の瓦斯細工によりて生じたるストレーンと全く同位置に紡錘状のストレーンを生じ、且中央部の B 部は橢圓形となりて此の中央部が最も濃き青色を呈す。故に A 部及び B 部の分子配列の間隔の差の最も大なる所は、此の橢圓の中心を通り管の長さの方向に垂直なる平面上に在り。故に此の平面より破損する率最も大なり。

刻度板の影響によりて紡錘状の B 部が強めらるゝ時は、扁平ならざる管に比して一層大なる破損率を有すべきなり。

第三十九圖



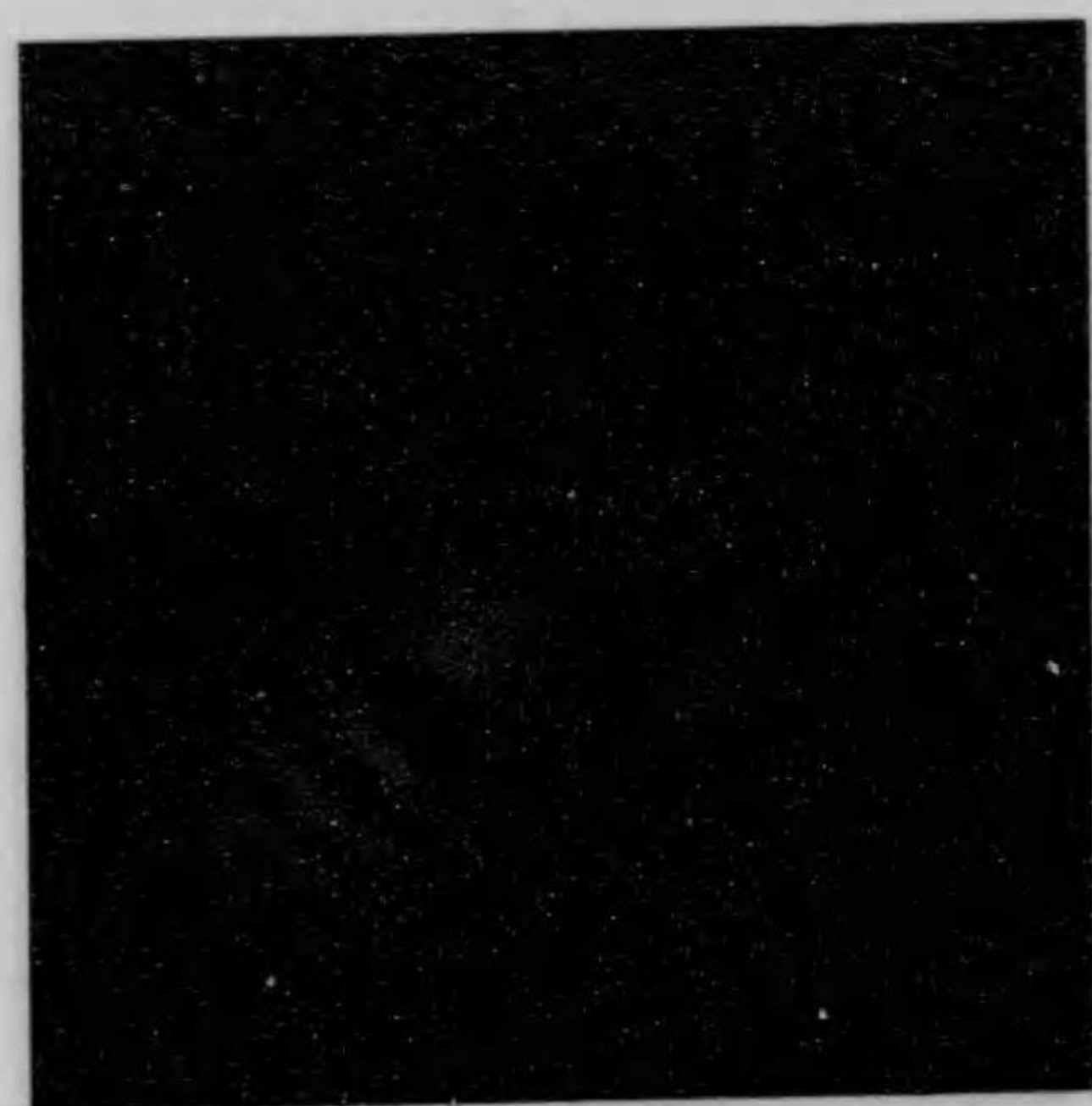
第四十圖



第四十一圖



第四十二圖



第六章

溫度計の硝子は光學的 に結晶體の性質を有す

溫度計ニ關スル調査

溫度計の硝子は製管作業の場合に硝子ダネを引張りて所要の太さになしたるものなる故に、此の引張る力の作用によりて其の方向に張力が作用し、従て分子配列の状態は力の方向に延びたるものとなる故に硝子質内の光線の速度は力の方向と此れに直角なる方向とは相違し大體に於て單軸結晶體の性質を呈す。

第四十圖に示す寫眞は溫度計用硝子材料を直徑1.6センチメートルの棒に引き此れを長さ1.75センチメートルに切り兩面を磨きて軸の方向に光線を通じ、ストレーンビューアーの水晶板を除きたるものにて見たる時の寫眞なり。此の寫眞を撮影したる場合のストレーンビューアーに於ける光線の状態は收斂光線の場合の内にて直角ニコルの場合に相當するものなる故に、此の寫眞は、寫眞面に垂直の方向に光軸を有する單軸結晶體と全く同様なる光學的性質を有する事を示すものなり。

中心を通り上下左右に交はる黒線は「色消し曲線」なり。中心の周圍に黒色の同心圓のあるは「同色曲線」なり。

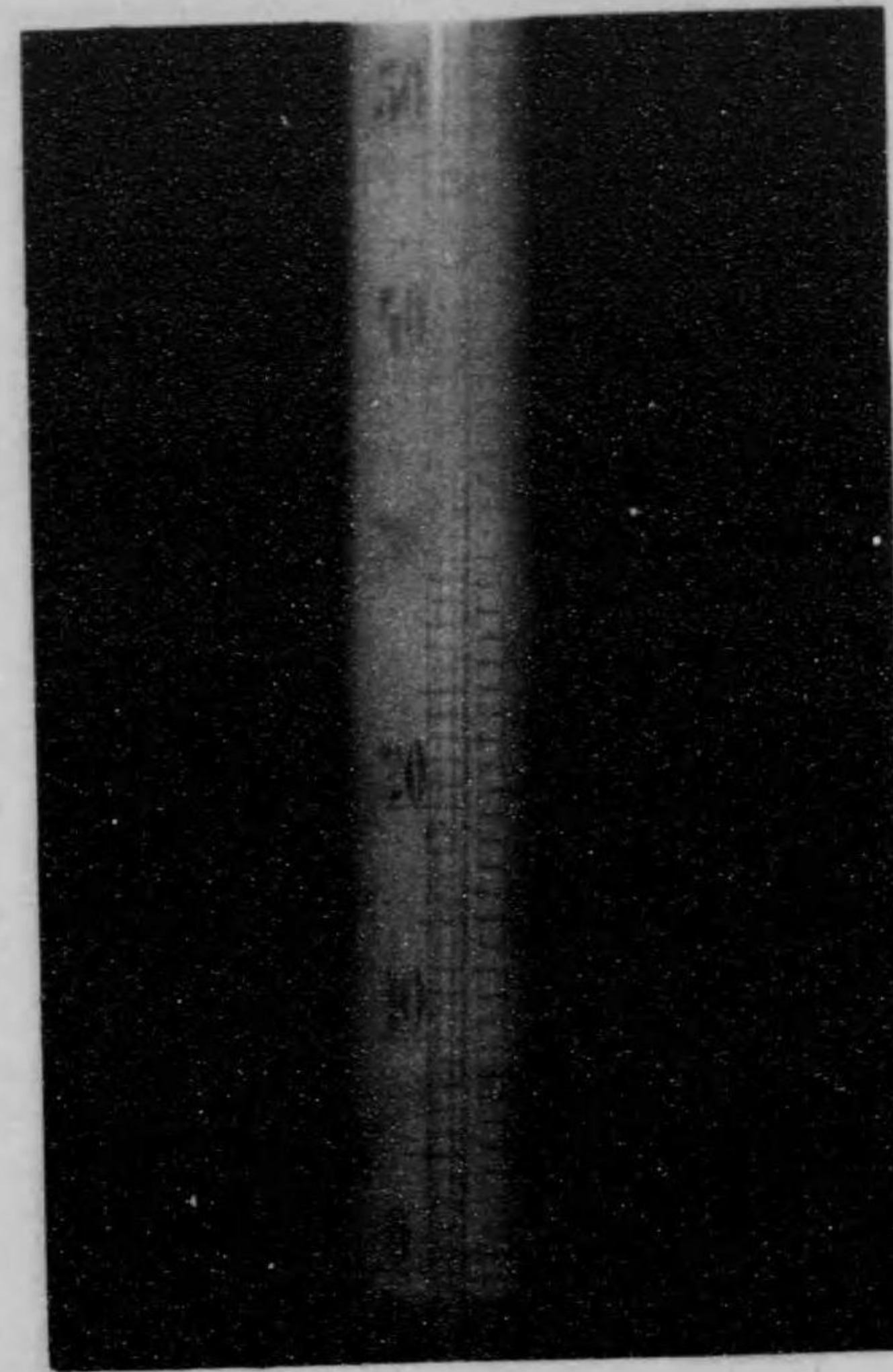
第四十一圖に示す寫眞は棒狀溫度計の棒部を切り取りたるものにて直徑0.6センチメートル長さ3セン

チメートルの兩面を磨きたるものを第四十圖と同様に
して撮影したるものなり。中心の小黑點は毛細管孔な
り。同色曲線及び色消し曲線は第四十圖に於けると同
様なり。

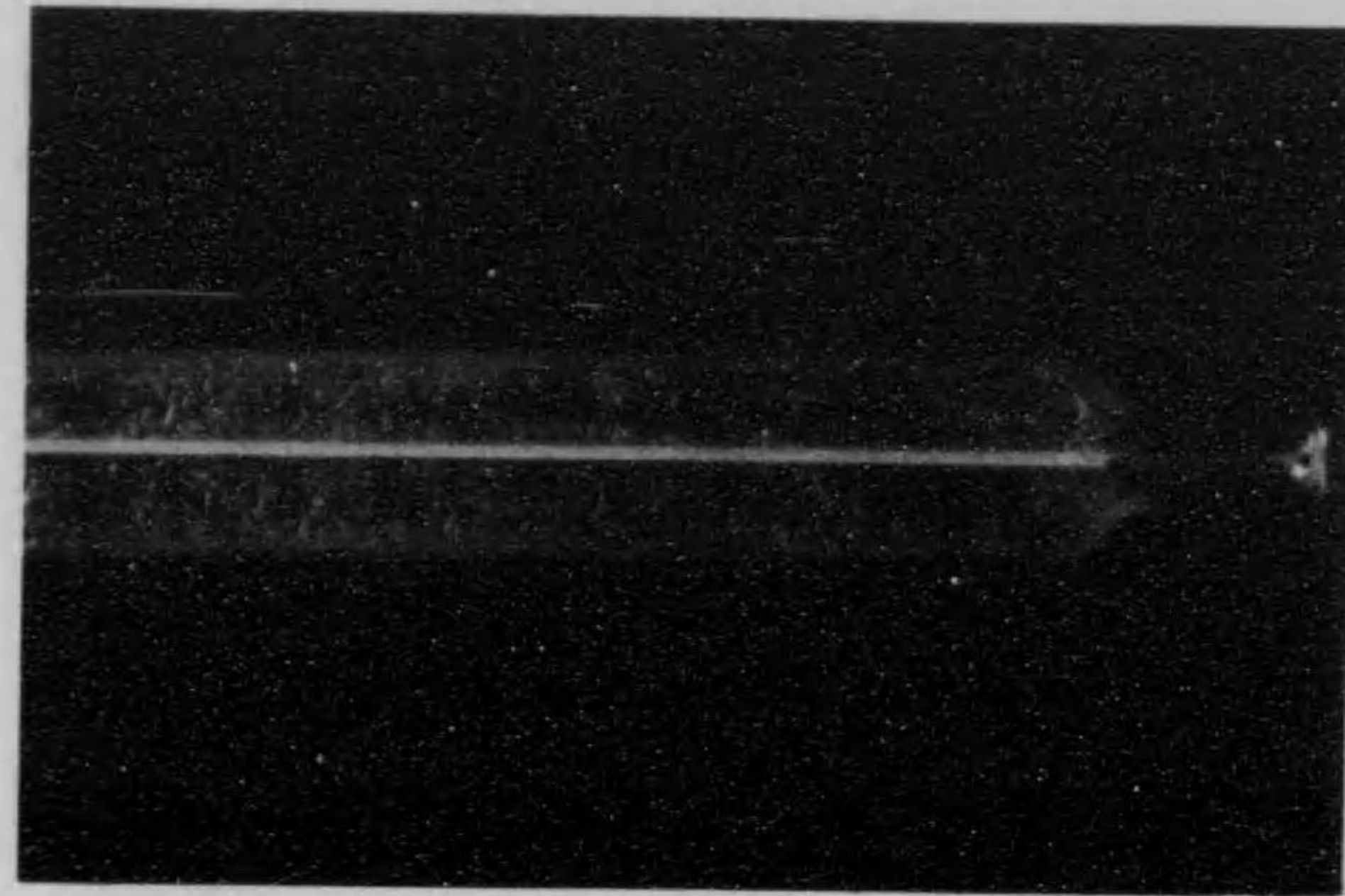
平型體溫計、二重管溫度計及び棒狀體溫計の柱部及
び球部に就きても同様に結晶體の性質を有す。寫眞は
略す。

第四十二圖に示したる寫眞は第四十圖のものと同
一なるものをストレーンビューアーにて見たる時の寫
眞なり。(此の場合には水晶板を除かず)

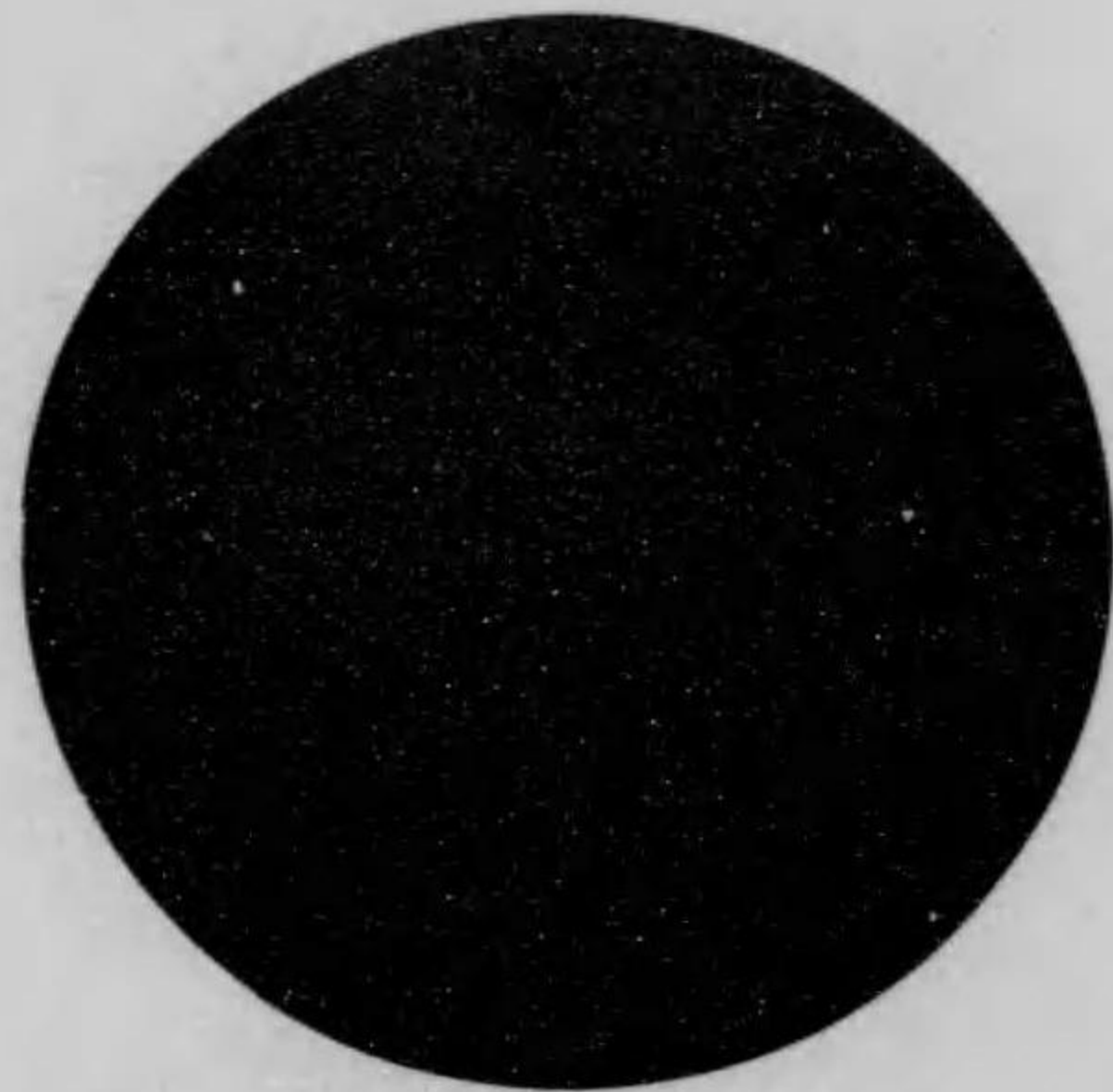
第四十三圖



第四十四圖



第四十五圖



1110

1110

第七章

温度計のアルカリ遊離に就て

第一節

遊離アルカリによる

示度の不明瞭に就て

温度計ニ關スル調査

硝子製品に於て硝子面に生ずる白色被覆物主として遊離アルカリが其の製品の價値を減ずる事甚だしきは如何なる硝子製品に付ても顯著なるものなり。

温度計、體温計及び比重計に於ても同様に種々の缺陷を生ず。

その中の一つとして二重管温度計、平型體温計及び比重計に於ては外管の内面に滲出する遊離アルカリのために目盛線及び水銀糸不明瞭となり従て示度の讀み取りに困難を感じ且體裁を損ずる事甚だし。

第四十三圖に示す寫眞は二重管温度計の外管の内面にアルカリを滲出せるものにして(確實なる製作年月は不明なれども大正十年頃に製作したるもの)の如し寫眞中 0, 10, …… 50, 等の數字は溫度を示すものにして, 0, 30, 40, 50, の各數字は遊離アルカリのために甚だしく不明瞭となり, 10, 20, の數字は半側不明瞭となり居る

1111

を見る。目盛線に於ても 30, 40, 50, の間は甚だしく不明瞭となり、20, 10, 0 附近の遊離アルカリのなき明瞭なる目盛線と比較すれば其の差異を見ることを得るなり。

第二節

體温計に滲出せる遊離

アルカリの顯微鏡寫眞

供試材料は大正三年頃の製品(半製品にして刻度板を未だ封入せざるもの)にして平型と丸型の二重管體温計なり。この二種の體温計に滲出せる遊離アルカリを顯微鏡寫眞に寫せり。この二種の體温計をなす硝子材料は各々異なるものの如く遊離アルカリの集合状態は夫々異れり。二種共集合物を蒸餾水に溶解しフェノールフタリンのアルコール溶液を加へしに紅色に着色せり。次に各々について寫眞を示して説明せん。

平型半製品の遊離アルカリ 第四十四圖に示す寫眞は平型體温計の半製品に滲出せる遊離アルカリの状態を實物大に寫せしものなり。寫眞中、中央の白線は毛細管なり。外管にある白色物は遊離アルカリなり。管の外面は種々の障害によつて遊離アルカリは取り去られて存せず。寫眞に現れ居る遊離アルカリは管の内面に生ぜしものにして遊離アルカリは寫眞に於て見る

が如く集合して結晶形をなせり。これは遊離せしアルカリが適量の濕氣を吸収して結晶を形成せしものなり。之を更に擴大せしものを第四十五圖、第四十六圖及び第四十七圖に示せり。

第四十五圖は第四十四圖の一部を擴大せしものにして結晶は海草状をなせり。この結晶形によりて如何なる成分なるかを判断することは困難なり。第四十六圖は第四十五圖中の一部(第四十五圖の寫眞中結晶物が黒く集合せるものの大なる方の集合物)を擴大せしものなり。(第四十五圖は倍率九倍、第四十六圖は二十七倍なり)この結晶形より考察するに、集合物は針状に結晶をなし硫酸ソーダの結晶に類似する所あるを以て硫酸ソーダにあらざるやと思考せらる。この集合物は第四十五圖中の他の海草状の結晶物(色の淡き方)とはその物質を異にせるものの如し。

第四十七圖は第四十六圖を更に擴大せしものにて倍率は八十倍なり。第四十六圖の針状結晶物以外に未だ十分に結晶せざる部分も現れて居るが此部は針状結晶物と同一物質なるや否やは確かならず。

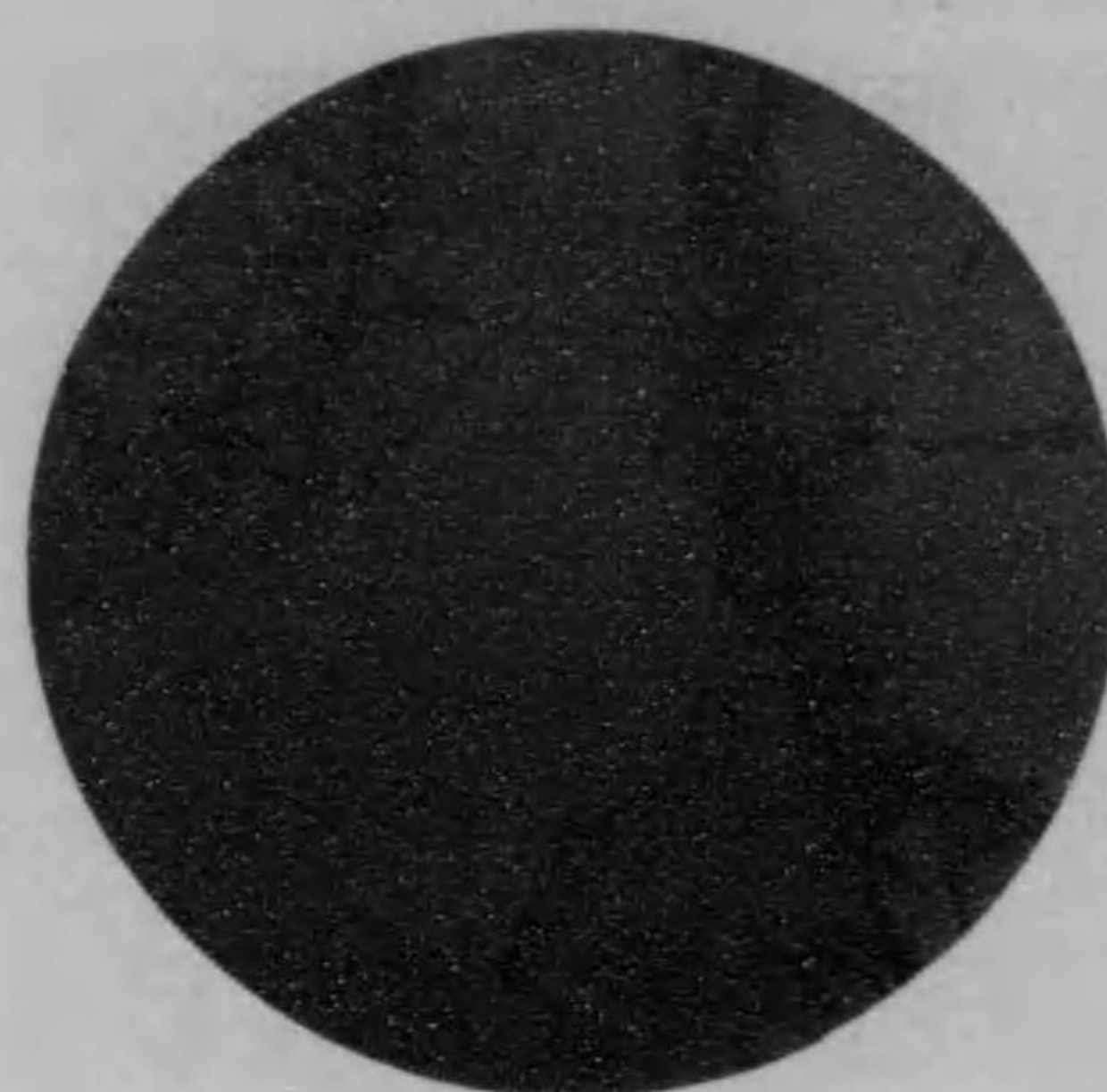
丸型半製品の遊離アルカリ 第四十八圖に示す寫眞は丸型體温計の半製品に滲出せる遊離アルカリの集合物の状態を實物大に寫したるものにして管の内面に生ぜること第四十四圖と同様なり。寫眞に於て集合物の明かに見ゆるは前面にして否らざるものは後面にありて焦點の外れしものなり。この結晶形は第四十四圖のものとは異なる。これを擴大せしものを第四十九圖、第

五十圖及び第五十一圖に示す。

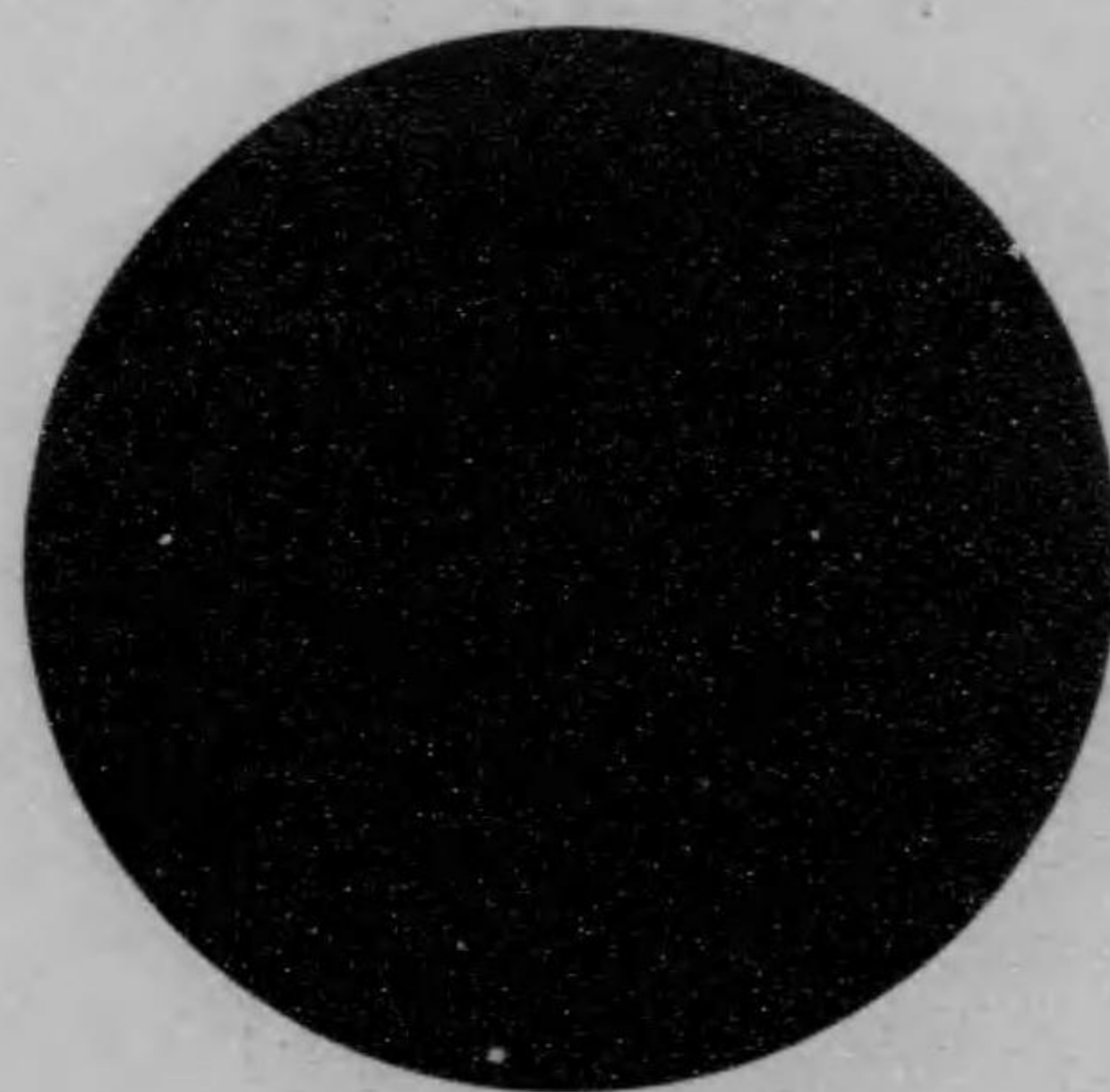
第四十九圖は第四十八圖の一部を擴大せしものにして倍率は九倍なり。結晶形は黴狀をなせども、この集合物の何物なるかを判断することは不可能なり。黴にあらざることは孢子の存在せざる事によりて知らる。第五十圖は第四十九圖の一部を更に擴大せしものにして倍率は二十七倍なり。第五十一圖は第五十圖を更に擴大せしものにして倍率は八十倍なり。結晶状態は纖維狀に見ゆ。

集合物を作りしまでの徑路 この二種の體溫計の半製品は製作後長い年月を経て其の間に徐々に遊離したアルカリは外氣中の水分の影響を受けて集合し遂に結晶を形成したるものにして、最初より直に結晶形を取りしものにあらず。初めは硝子面全體にアルカリを滲出せしものなり。この二種の體溫計の半製品の外管を封じて完全に外氣と遮斷しなかつたために外氣の影響を容易に受けて結晶形となりしものにて、もし外管を嚴重に封じて外氣と全く遮斷しておかば斯の如き長年月を経るとも結晶の形成は不可能なりしものならん。然し滲出したアルカリは硝子面全體を白色に被覆せしことは明かなり。

第四十六圖



第四十七圖



第四十八圖

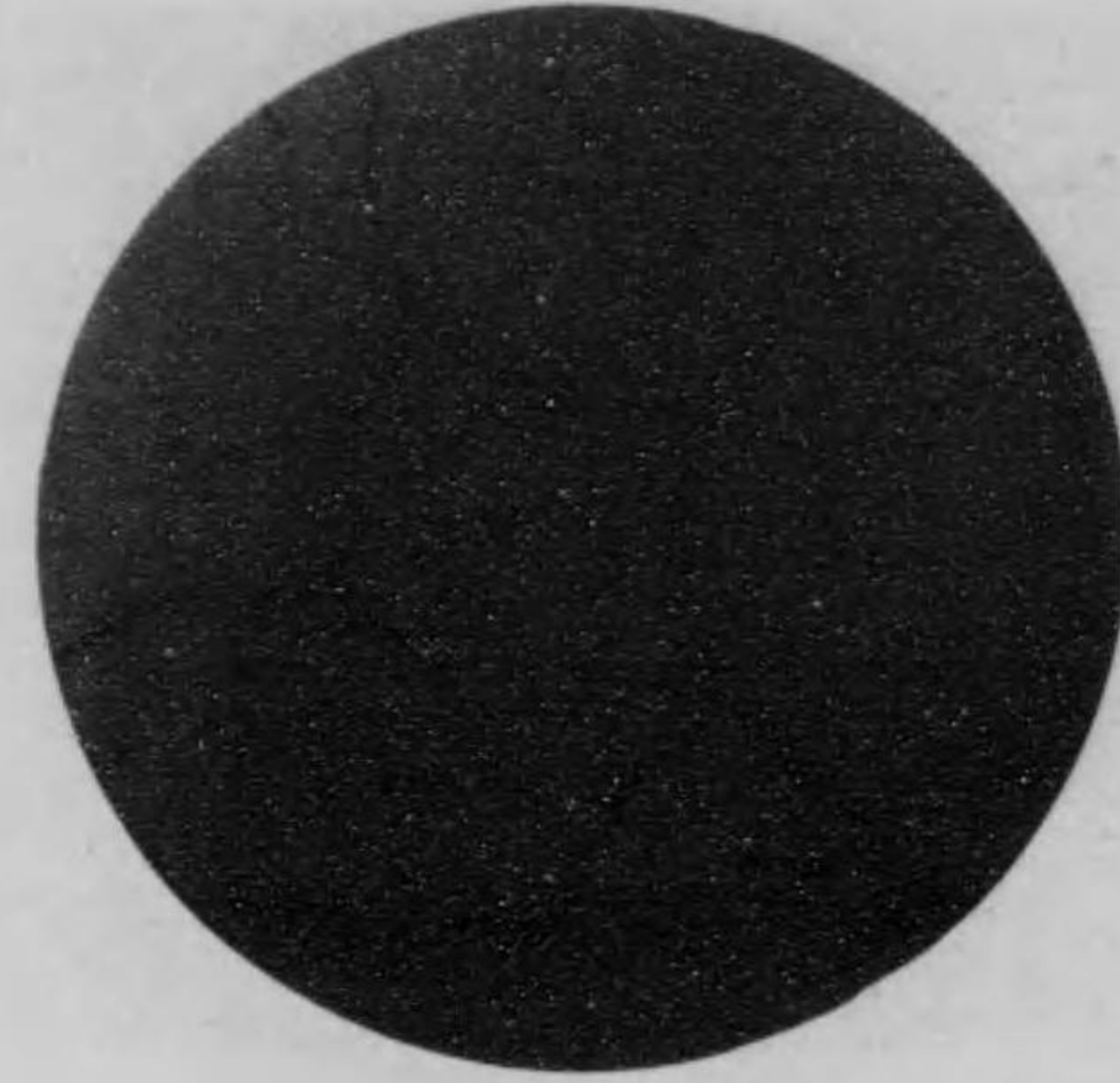


第四十九圖

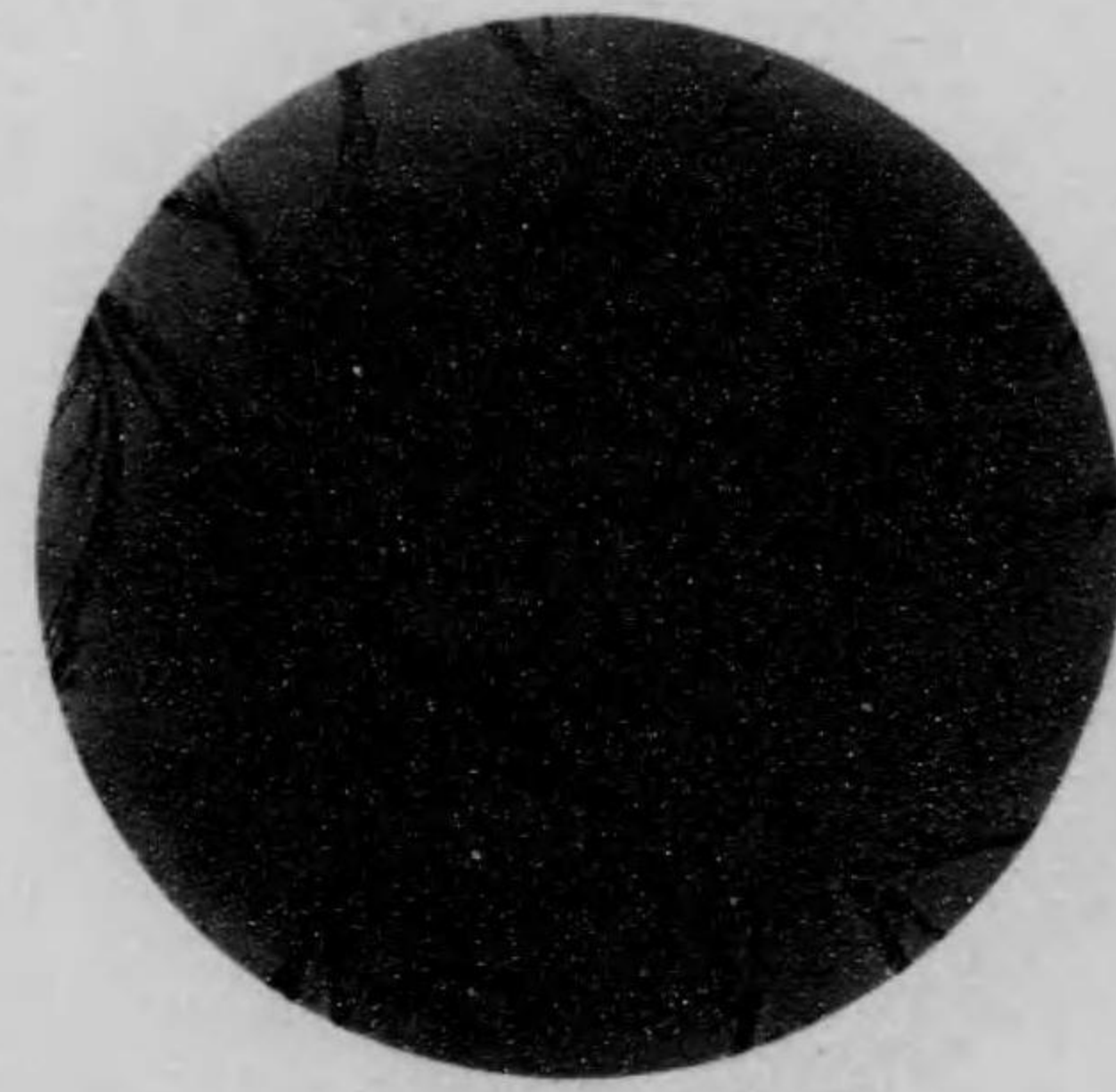


一三六

第五十圖



第五十一圖

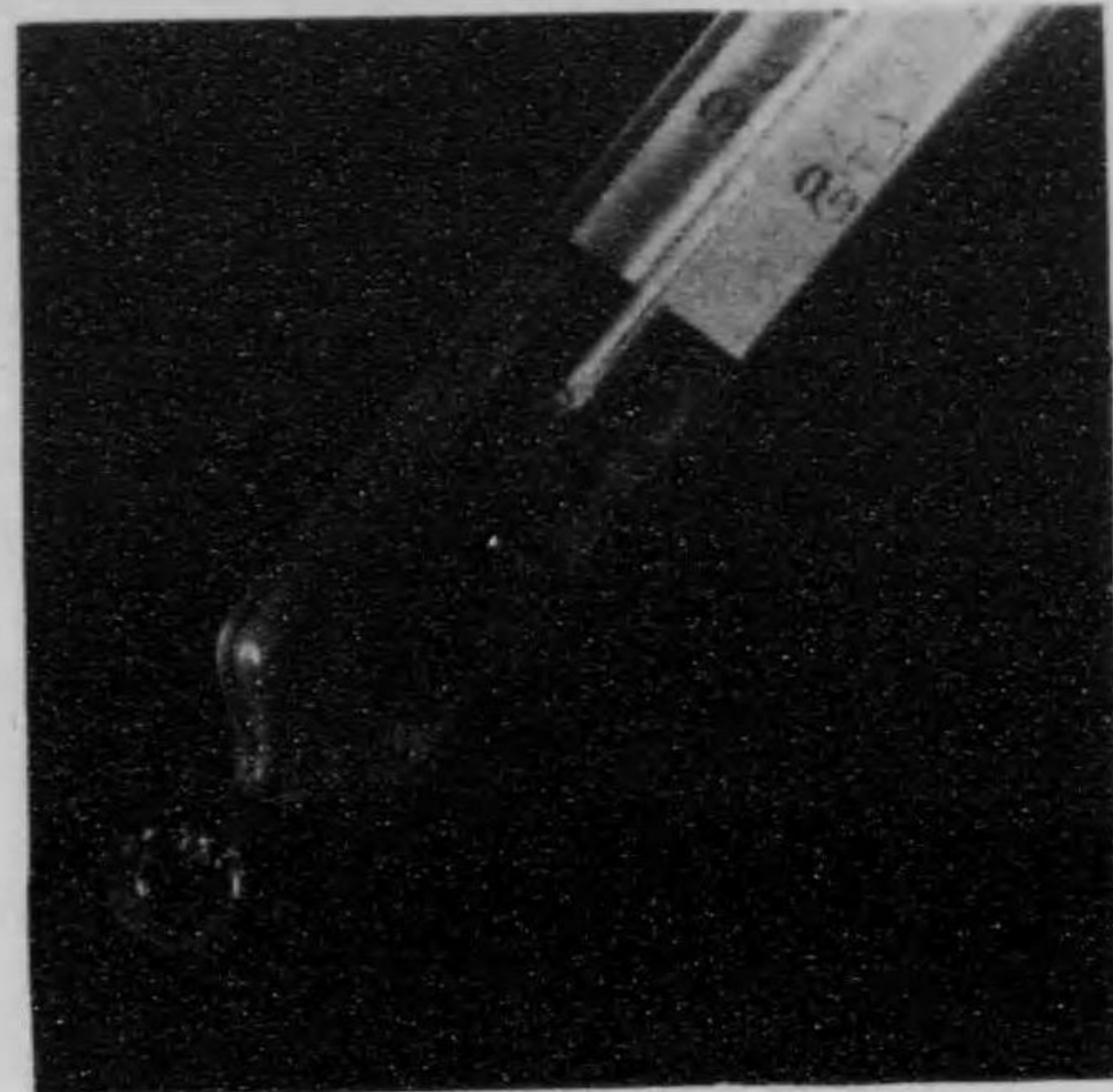


一三六

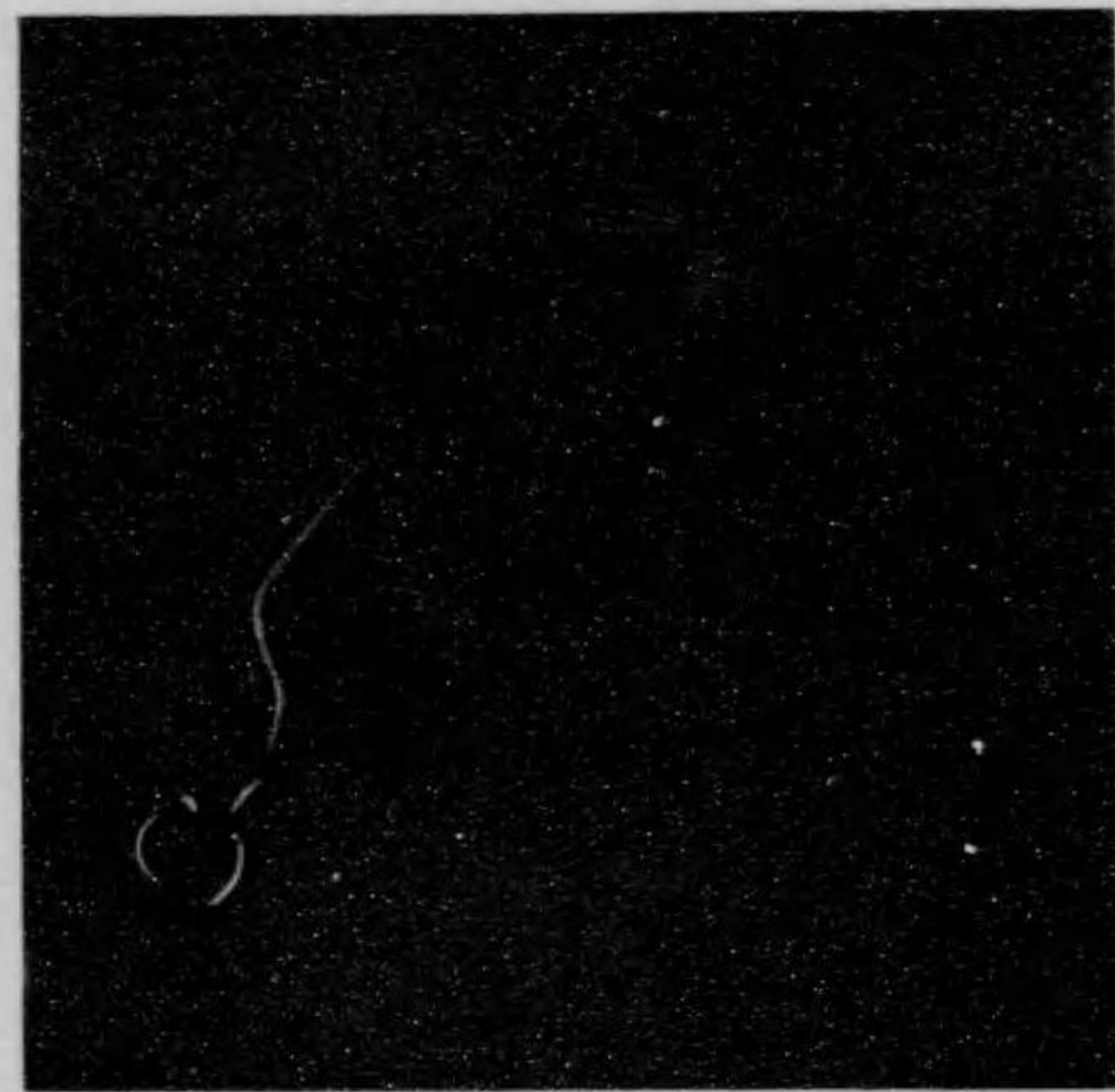
一三七

一三七

第五十二圖



第五十三圖



第三節

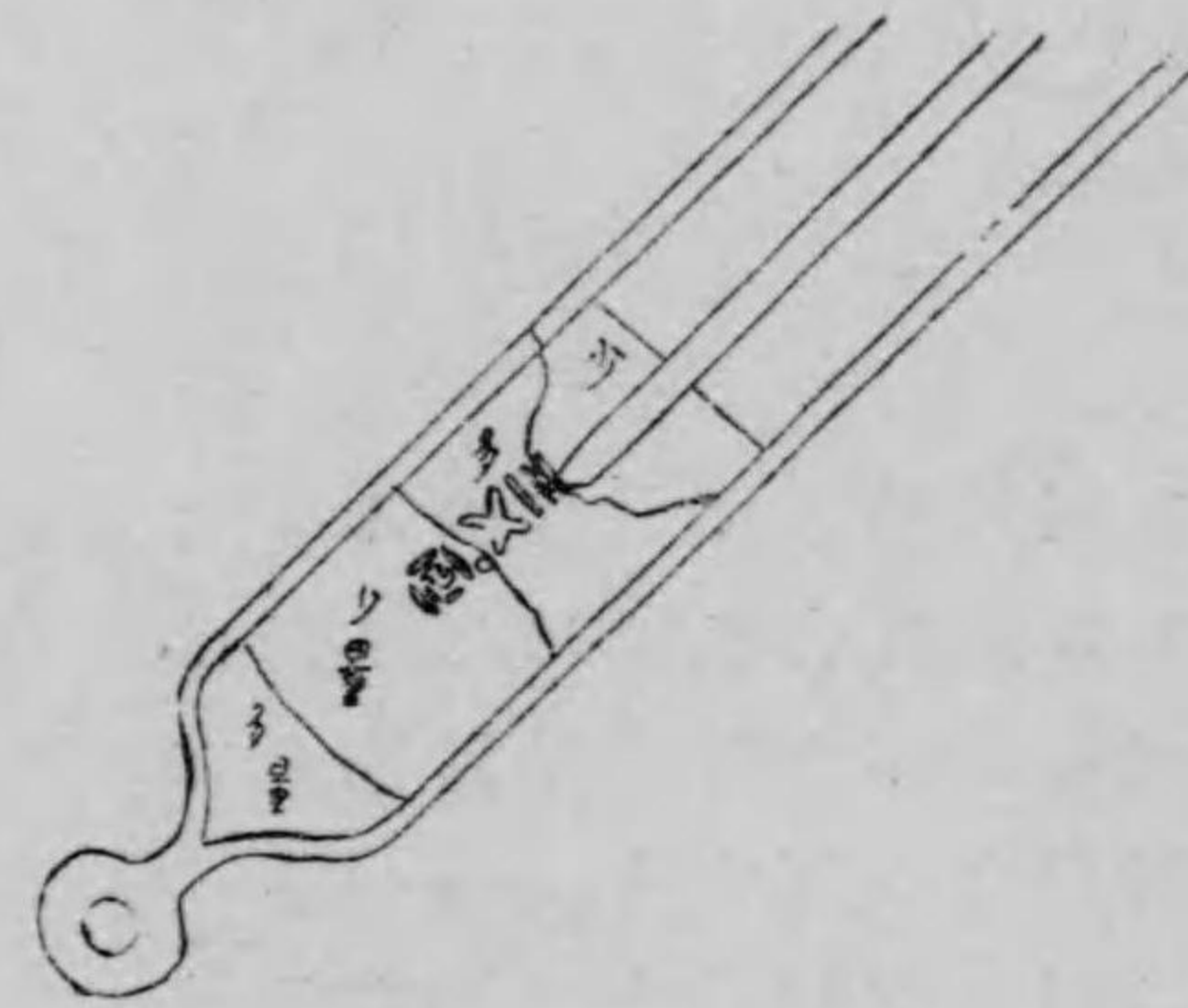
アルカリ遊離ミス

トレーンとの關係

温度計ニ關スル調査

アルカリ遊離とストレーンとの間に大なる關係あり。二重管温度計のアルカリを遊離せしものを實例として寫眞を添付して説明せん。

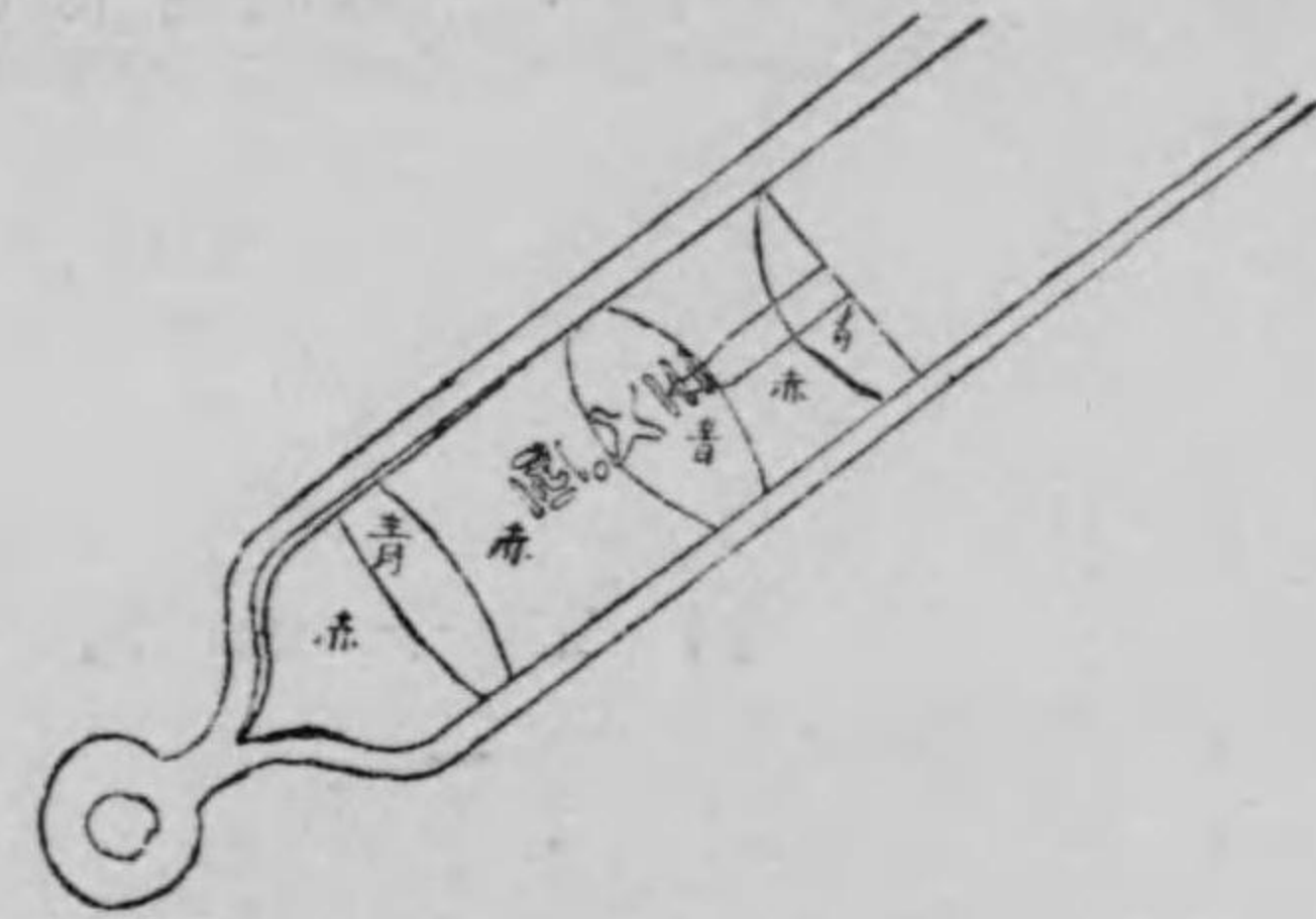
第五十二圖及び第五十三圖に示すものはこの二重管温度計の頭部の實物大の寫眞なり。次の圖に第五十二圖の主要なる部を描けり。



第五十二圖に付きて説明せんに硝子管の内面には全部アルカリを遊離して居れ共特に多量なる所を上圖

の略圖に於て多量として示せり。寫眞に於て此の部は白色に見ゆる部にして即ち遊離アルカリの多量に存在する部分なり。

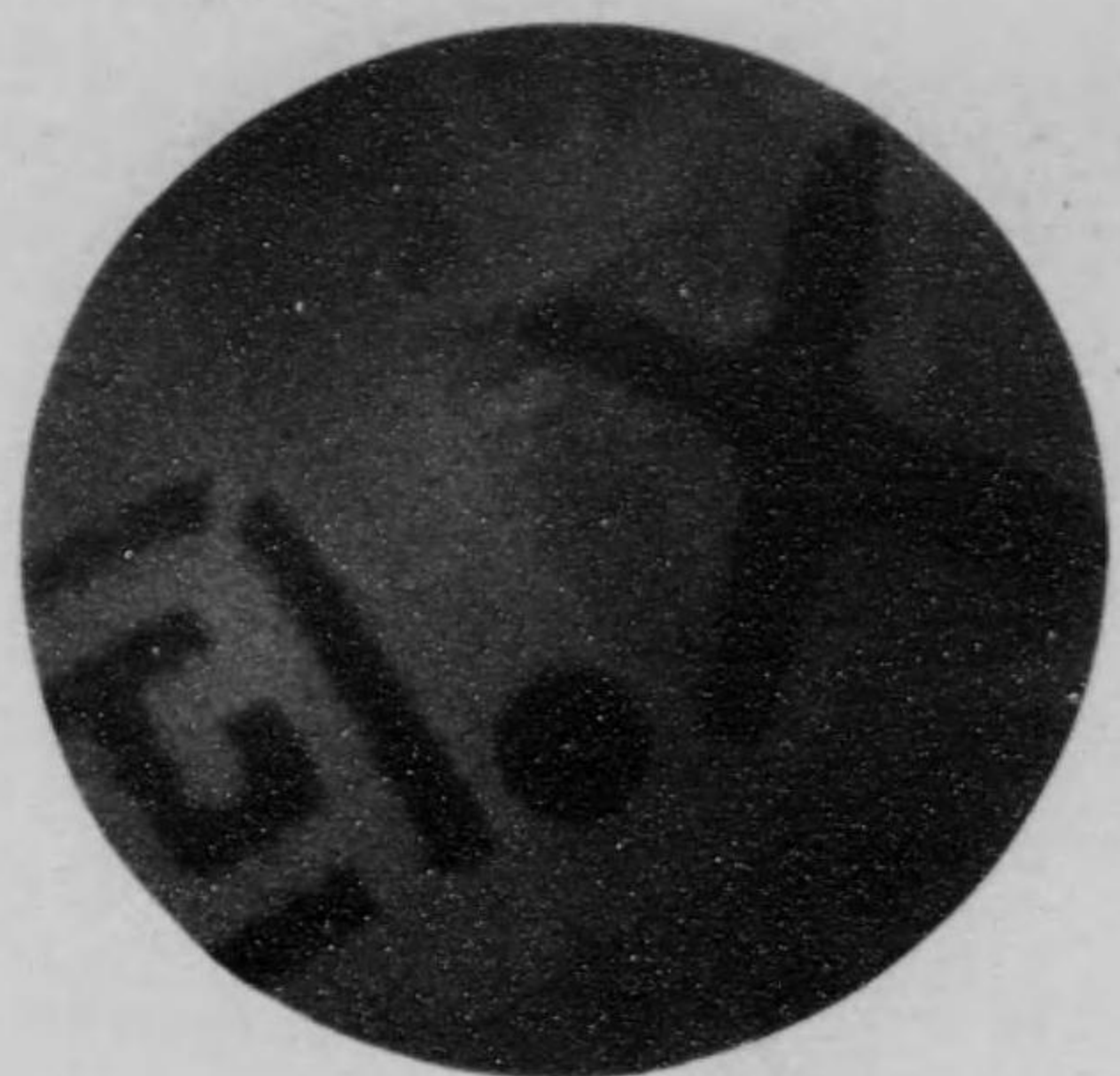
第五十三圖はストレーンビューアーにて見たるものにして、次の略圖にその主要なる部を示せり。



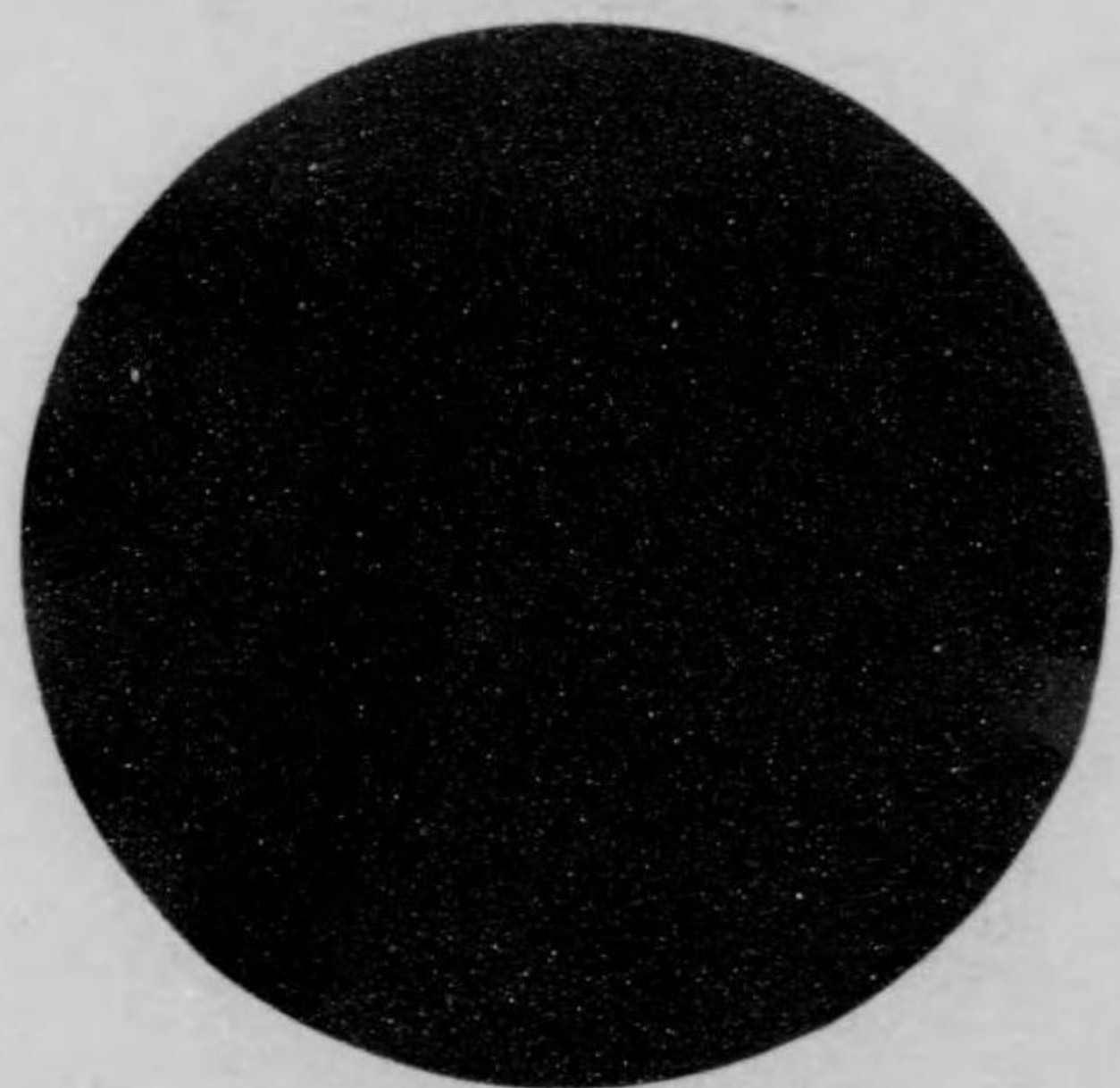
第五十三圖に付きて説明せんに寫眞中白くして光の多く當りたる所は青色にて、黒き所は赤色なり。青色は長さの方向に延びたる分子間隔を有する所にして赤色はこれと反對なる所なり。

第五十二圖及び第五十三圖を比較する時は頭部に近き多量の部はストレーン赤色の所にして頭部に遠き多量の部は青色の所とす。兩所共ストレーンの甚だしき所にして遊離アルカリは多量なり。而して遊離アル

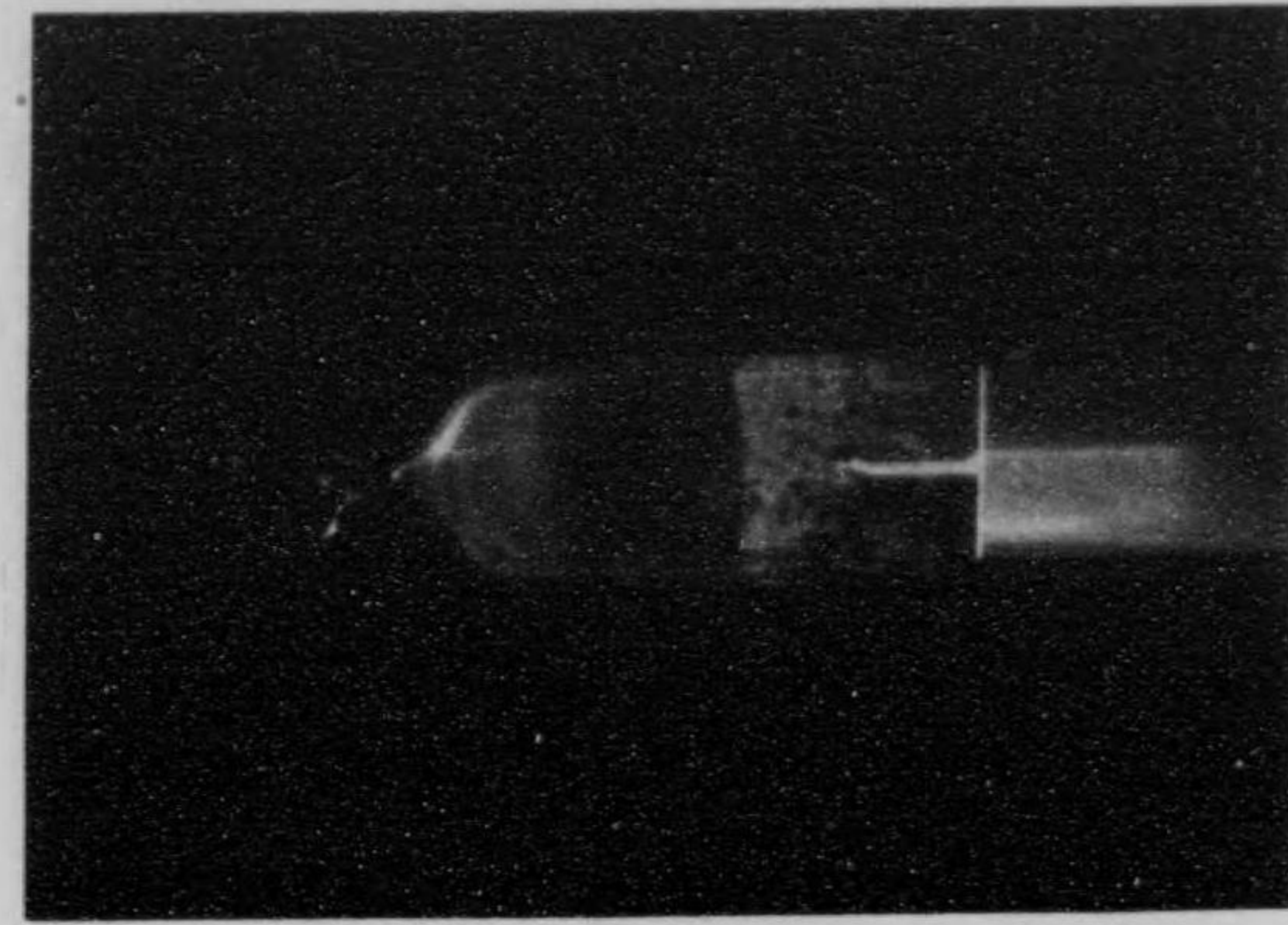
第五十四圖



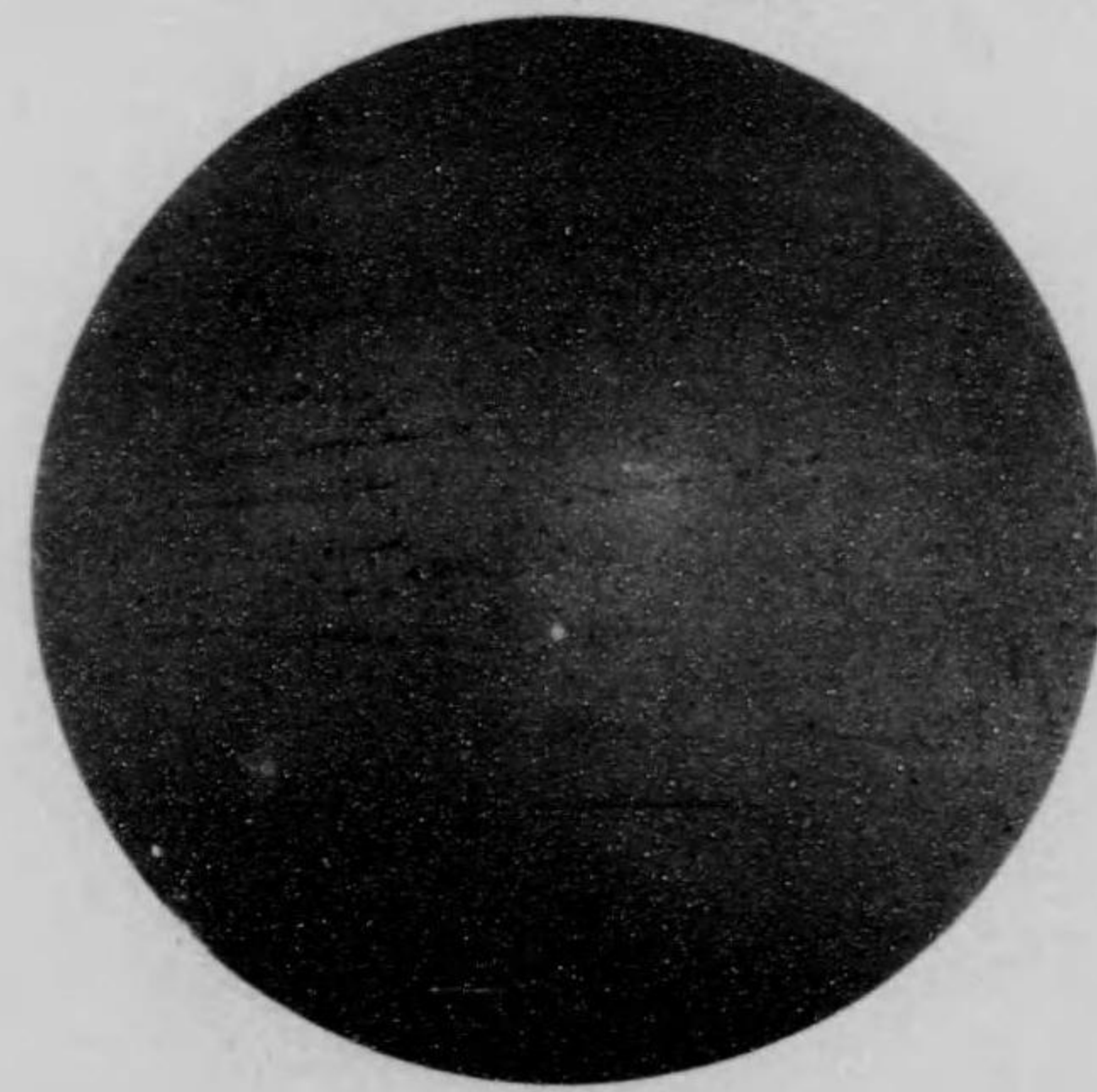
第五十五圖



第五十六圖



第五十七圖



カリの多量と少量との境界は歴然となつて居り此の境界線はストレーン青赤の境界線と殆んど一致せる面白き現象を呈す。斯様に歴然たる境界線のあることを判然と表すために第五十二圖中の一部を擴大して第五十四圖に示す。次に第五十四圖の略圖を描きて其の主要なる部分を示せり。



第五十四圖中黑色の証印の中間を通りたる境界を見ることを得同時にアルカリの遊離せるものの多少の差を見る事を得。寫真中証印以外の黑色の部は遊離アルカリにして第五十二圖と黑白相反するは第五十二圖は反射光線により第五十四圖は透過光線によりて寫せるためなり。

第五十四圖によりて見れば遊離アルカリの量の多き所と少き所に於ては量の多少の外に遊離の状態をも異にせるを知る。即ち多量の部は遊離アルカリの状態

蘇苔状をなし、少量の部は小粒状をなせり。尙明瞭ならしむるために第五十五圖を以て一層擴大せるものを示す。蘇苔状の部の遊離アルカリは粒子甚だ小さく、粒状の部は粒子大なることを認めらる。

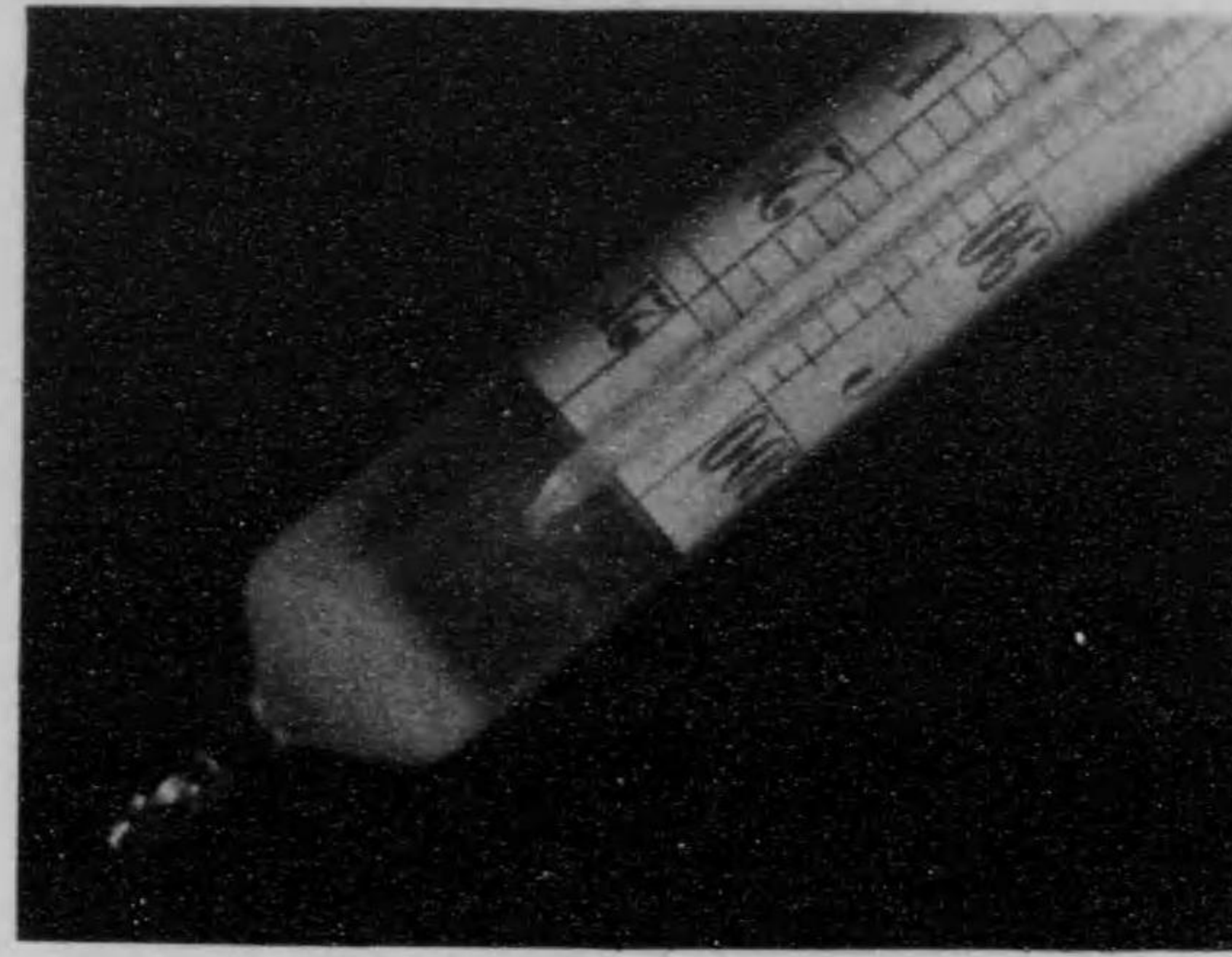
頭部に近き青色の部(長さの方向に分子間隔の延び居る所にて、破損し易き場所)に於けるアルカリ遊離の状態は他の青色の部が多量の遊離を示せるにも關らず最も微量なり。この状態を第五十六圖の寫真に示す。次に略圖を描き第五十六圖の主要なる部分を示せり。



上の略圖中微量に表れたる部は第五十三圖のストレーンの寫真中の頭部に近き青色の部と全く一致せるを見る。

第五十七圖はこの微量なる部を九倍大に擴大して見たるものにて、左右兩端は遊離せる小粒を多く認め得

第五十八圖



第五十九圖



圖 十 六

日本製 A

日本製 M

日本製 L

日本製 J

日本製 O

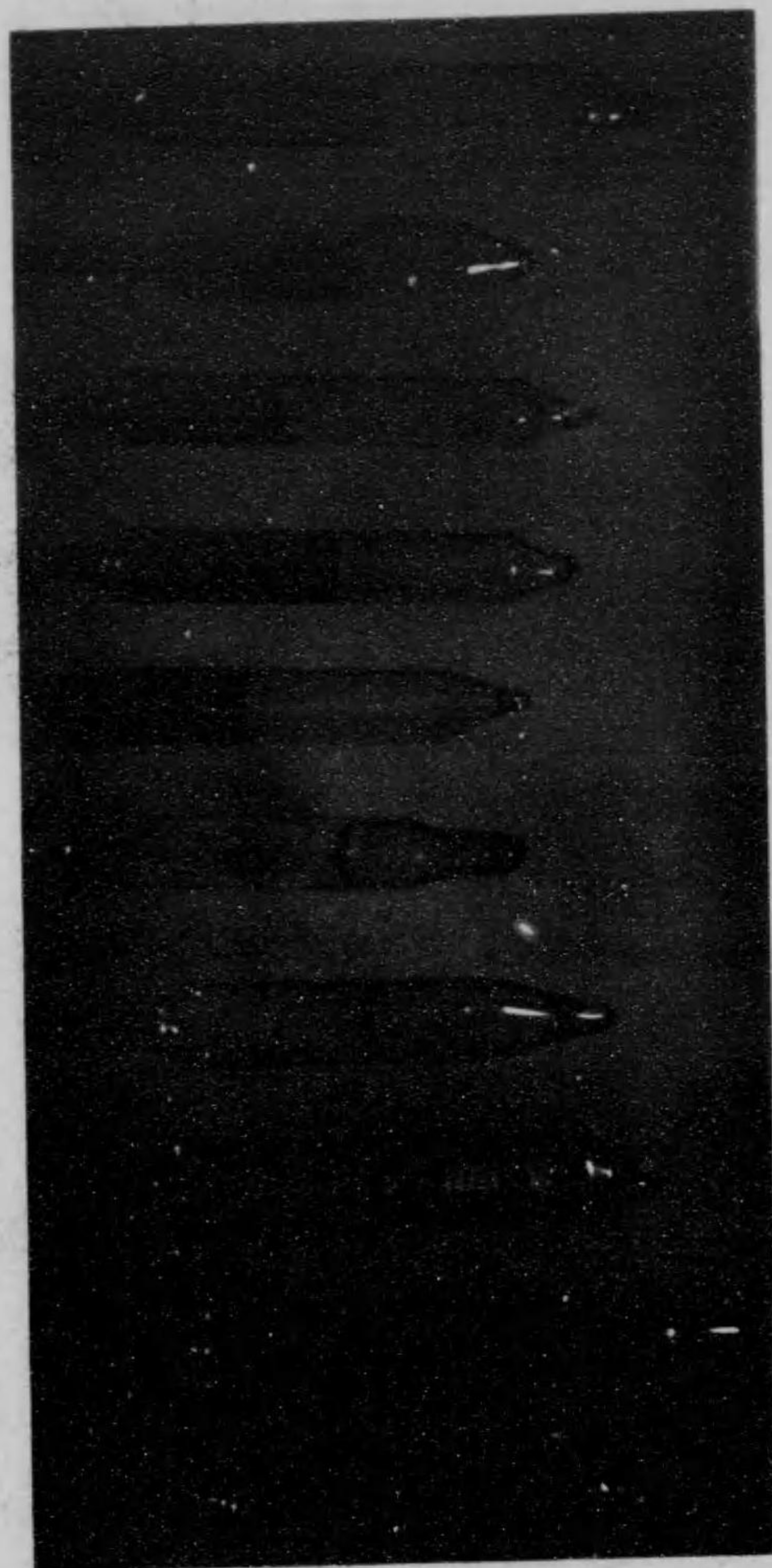
日本製 N

日本製 I

日本製 Q

獨乙製 A

獨乙製 B



れども中央部に於ては甚だ少きことを認め得。

前記のことより考ふれば青色の部(溫度計の長さの方向に分子間隔延び居る所)必ずしも多量のアルカリを遊離すると限らず、アルカリの遊離するは水滴が附着すれば促進せられるが故にストレーンによりて硝子表面に水滴の附着する量及状態異なり、爲に斯様な現象を呈するならん。然しながらストレーンの状態異ればアルカリ遊離の状態の異なる事は面白き現象と謂ふべし。

第五十八圖及び第五十九圖に於ては二重管溫度計及び比重計にも同様の現象の生じて居ることを示すために載せたり。尙本節に示したる二重管溫度計及び比重計以外に於ても外管の内面にアルカリを遊離し、ストレーンを有する二重管溫度計、平型體溫度計、及び比重計に於ては同一の現象を呈せり。

溫度計ニ關スル調査

第 四 節

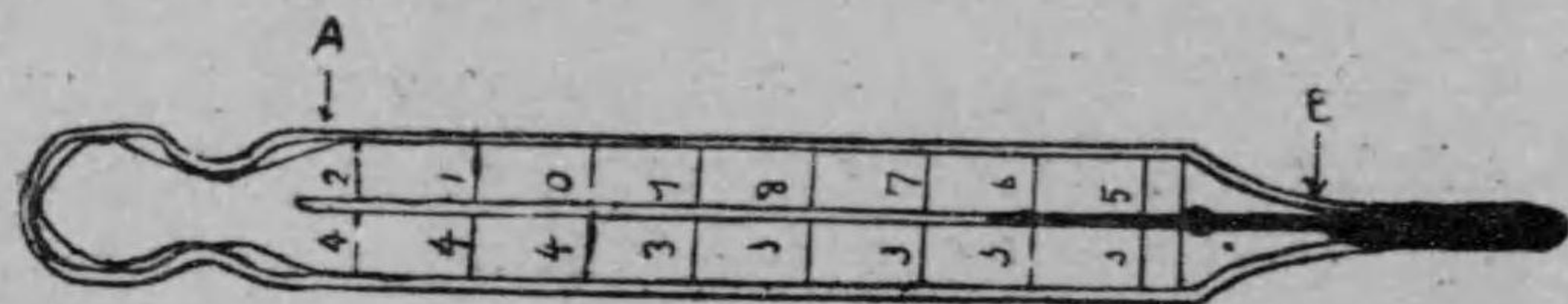
平型體溫度計及び二重管溫度計

の遊離アルカリの檢出方法

供試材料は内外製平型體溫度計にて皆大正十三年中の製作品なり。何れも完全なるものを用ひ破損品は使用せざりき。二重管溫度計に於ては同様なる故に略せり。試験に用ひたる體溫度計の名稱を記せば次の如し。

獨乙製 A, B

日本製 J, O, L, N, Q, H, V, M,
 以上の十種の平型體温計を使用せり。
 平型體温計の頭部に近き部分及び水銀球部の上部
 を切る。下圖に示すA及びBの箇所を切り取る。



而して切り取りたる外管より毛細管及び刻度板を
 除き外管のみを取ること下圖の如くす。B部を加熱し



て封じA端に近きC部を上圖中の點線の如き形に加工
 し、冷却後A部より一二滴のフェノールフタリンのアル
 コール溶液を流入し更に蒸餾水をCB部の約八割の量
 注入して溶液を稀釋す。直にC部の細き部分を加熱し
 て密封す、斯く密閉するはフェノールフタリンによる遊
 離アルカリの着色が空氣中の炭酸ガスのために消色さ
 れることを防ぐためなり。

供試材料中に於て既に管の内面にアルカリを遊離
 し居るものは直ちに着色し、然らざるものは無色なり。
 着色せるものを色の濃きものより順に記せば

O, J, L, M, V,

にて無色なりしものは

H, Q, N, 獨逸製A, 獨逸製B,

上記の着色せしものに於て遊離アルカリの存在は
 肉眼にては認め得ざりし程度なり。

供試材料は製作時に外管の上端を封じたるものな
 る故に、其れ以後は全く外氣と接する事なし。着色せる
 ものは外氣と接せず、又製作後日も尙淺きにも關らずフ
 エノールフタリンにて相當の濃さに着色する程度が多
 量のアルカリを遊離することより考ふるに、此等の硝子
 材料は年月を経るか或は高き温度に屢々曝されるとき
 は、遊離アルカリの量は益々多量となり或る材量に至り
 ては硝子内量に多量の白色の被覆物を生ずる事第一節
 の第四十三圖に示せるものゝ如くならん。

着色せしものゝ管の内面を稀鹽酸にて充分に洗ひ
 たるものを石英試験管(アルカリを絶対に遊離せず)に入
 れフェノールフタリンのアルコール溶液を二三滴滴下
 し蒸餾水にて稀釋し次に沸騰水中に入れて加熱すれば、
 一時間に満たずして以前に遊離アルカリにて着色せる
 色と同程度の着色をなす事を知れり。之に依りて考ふ
 るにアルカリ遊離性の硝子は洗滌等に無關係に次第に
 アルカリを遊離するものゝ如し。

第六十圖は供試材料十種の着色の程度を寫したる

ものなり。寫真中溶液の無色なるは着色せざるものにて、黒色なるは着色せしものなり。

第五節

棒状體溫計及び棒状溫度計

のアルカリ遊離試験

前節に於ては平型體溫計(同様に二重管溫度計の遊離アルカリの檢出方法に就て記せしが、本節に於ては棒状體溫計(同様に棒状溫度計)のアルカリ遊離試験を述べん。

平型體溫計にてはアルカリの遊離せしや否やは外管の内面に於て知ることを得れども、棒状體溫計にては表面に滲出せる遊離アルカリは、日常の取扱ひにて取去れるを以て、常溫にては簡単に試験する事困難なり。依りて棒部硝子を或る時間沸騰水中にて加熱する方法を採用せり。球部硝子の異なる英國製A體溫計の如きは球部硝子をも試験せり。

透明なる石英試験管に棒部硝子を入れ蒸餾水にて充分に洗滌し、之れにフェノールフタリンのアルコール溶液二三滴を滴下し、蒸餾水にて稀釋し、この試験管を沸騰水中に浸して加熱す。供試材料の名稱は次の如し。

日本製 U, W, F, B, G, A,

獨乙製 B, A,

溫度計ニ關スル調査

一五〇

英國製 A,

加熱によりてアルカリを遊離せしめ其の着色せる時間の速かなるものより順に列舉せば

體溫計の名稱	着色せし時間
U	3分
W	3 "
F	15 "
B	15 "
A	20 "
G	25 "
獨逸製 A	30 "
獨逸製 B	40 "
英國製 A 球)	60 "
英國製 A 棒)	90 "

日本製Uは加熱中に表面よりアルカリを遊離して着色せざる前に、毛細管孔内は浸入したるフェノールフタリンの溶液によりて、溶液の浸入と同時に着色し、次の三分後には表面よりアルカリを遊離して溶液全體が着色するに至れり。W及びGもU同様に毛細管孔内に着色せり、Gは水銀封入前の半製品にして球部内も毛細管孔と同様に着色せり。球部内面の遊離アルカリに就ては第八節に於て記述せん。上記の着色時間は豫め比較すべき濃さの着色液を作り置き、此れと同じ濃さになる迄の時間なり。

英國製A體溫計の棒部の硝子は鉛加里硝子にして、アルカリ分としてソーダを有せず、加里硝子はソーダ硝

溫度計ニ關スル調査

一五一

子よりもアルカリを遊離する傾向少なきものゝ如くヨ
ールは一時間半も加熱せるに其の着色の濃さは前記の
比較すべき着色液の濃さまで達せず而して以後の加熱
は着色の濃さを増さざりき。

アルカリ性分を有する硝子はこれを煮れば必ずアル
カリを遊離するものゝ如し、然れども其の場合の遊離
アルカリの量の硝子によりて相違する事は本節の試験
によりて明かなり。

第六節

體温計を破壊せずしてアルカリ

遊離試験を行ふ方法

體温計既成品のアルカリ遊離を検査する方法とし
て百度の温度にて加熱する所の前節に記述せる方法
を用ふる場合には、供試體温計を破壊せざるべからず。然
れども次に説明する装置を施す時は全く破壊する恐れ
なくて検査する事を得。

一五二

温槽に蓋を作り、この蓋には豫め試験管の出入し得
る穴を穿ち置く。使用する試験管は體温計の長さの約
三分の二の長さになし、此の中に球部を上にして體温計
を挿入し其の水銀球部をゴム管中に挿入す。此のゴム
管中に水を入れて試験管を沸騰水中に浸す。

此の装置のもとにて試験を行ひしに一時間を経た

る後に於ても破壊せざりき。

要するに體温計の示度が四十二三度以上に昇る事
を防げは可なり。

尙一層完全を期するには球部を包むゴム管を長く
しこれを水槽に連絡せしむべし。ゴム管中にてあたゝ
まりたる水と水槽中の水とが絶えず循環する故に數時
間を経るも少しも破損する憂なし。

次に温槽の蓋を去りて試験を行へるに、ゴム管に水
を入れたるのみにて一時間を経るも破損せざりき。

上記の如く體温計を破壊することなくしてアルカ
リ遊離試験を行ふ事を得たり。

第七節

體温計及び温度計のアルカリ

遊離試験の標準を定むる事

體温計及び温度計のアルカリ遊離試験に於て煮沸
による着色と同程度の着色を起すためには常温に放置
して何日を要するかを定むることは困難なることなり。

第四節に於て述べたる所の平型體温計の遊離アル
カリの検出試験にて着色せしものは、O, J, L, M, Vの五
種なり。此の材料を充分洗滌して附着せる遊離アルカ
リを除き之れを煮て再びアルカリを遊離せしめしに、其
の着色する迄の時間は次の如し。

體溫計の名稱	着色せし時間
O	6分
J	4"
L	4"
M	7"
V	8"

第四節に於て述べたる検出試験にて着色せざりし材料の煮沸による着色時間は次の如し。

體溫計の名稱	着色せし時間
N	8分
Q	20"
H	25"
獨逸製B	65"
獨逸製A	60"

時間の標準 上記の着色時間に於て見るが如く、平型體溫計中にて常溫に於てアルカリを遊離せる材料の煮沸による着色時間は皆十分以下なり。故に十分以下の時間にて煮沸により着色する硝子は平型體溫計の場合の如く數箇月の後には常溫中に放置するもアルカリを多量遊離するものと見做し得るなり。體溫計及び溫度計のアルカリ遊離試験に此の標準の時間十分を採用するは適當なるものと考ふ。

着色の濃さの標準 アルカリ遊離による着色の濃さは本章第九節に於て述ぶる所の十分の一度に相當する着色の濃さを標準とするを適當なるものと考ふ。

第八節

體溫計の水銀球部内面の 遊離アルカリの検出

第五節に於て記述せる供試材料U, W, Gの三種は半製品にて、フェノールフタリンの溶液にて煮沸せる時溶液が毛細管孔内に浸入して直ちに着色せしを見たることは第五節中にて述べたり。此等三種の材料は毛細管孔内に既に遊離アルカリの存在せしこと明かなり。三種材料は何れも大正十三年九月或は十月に製せしものにて、三四ヶ月を経たるものなり。

Gは半製品の球部を有するものにて毛細管孔の端を封じて外氣と絶ちたるものなり。これは溶液が毛細管孔より球部中に浸入せしとき毛細管孔と同様に球部内は着色せり、然れども棒部の表面より遊離せるものによる着色は二十五分を要せしなり。故に球部内面にも既に遊離アルカリの存在せしことを明かにせり。

體溫計既成品の水銀球部のみを取り水銀を除き、これを別の清淨なる器中に保存す。

1. 水銀を取り去りたる球部内にフェノールフタリンのアルコール溶液を蒸溜水にて稀釋したるものを注入して着色の有無を見る。

2. 別に取り除き置きたる水銀を試験管に入れて

少量の蒸溜水と一滴のフェノールフタリソンの溶液を滴下して暫時煮沸して着色の有無を見る。

試験の結果は次の表の如し。

品名	水銀の着色程度	球部内面の着色程度	摘要
O	極淡	濃	—
J	無色	濃	—
N	無色	濃	—
K	無色	濃	—
M	無色	少濃	—
獨逸製 D	少淡	少淡	—
H	極淡	淡	—
V	少淡	淡	—
獨逸製 B	極淡	淡	—
R	濃	極淡	水銀の洗滌不十分

着色の程度を文字上に表すことは困難なることなり。前表に於ては次の五種の階級を附して大體の着色の比較に供せり。

(1) 濃

一ケラムの炭酸ソーダを二リットルの蒸溜水に溶解しフェノールフタリソにて着色せる色の濃さの程度

(2) 少濃

(1)の濃を二倍に淡めし色の程度

(3) 淡

(2)の少濃を二倍に稀釋せし色の程度

(4) 少淡

(3)の淡を二倍に稀釋せし色の程度

(5) 極淡

(4)の少淡を二倍に稀釋せし色の程度

供試材料は何れも大正十三年中に製作せし平型體溫計を用ひてその球部を試験に供せり。

球部内面のアルカリ遊離は水銀を封入する以前にては硝子より滲出せしことは明かなれども、水銀封入後に於ては封入されたる水銀中にアルカリ分を混有せしにあらざるやとの疑ひを生ずれども、本實驗に於ては然らざることを證し得たり。

即ち前表に於て見るが如く O, J, N, K, M の五種の水銀による着色よりも球部内面の着色程度の方遙かに濃く、これより考ふるに球部内面の着色は水銀中に混有せしアルカリ分に依らざることは明かにして、もし水銀中にアルカリを混有する場合には R の場合の如く水銀は球部内面よりも遙かに濃く着色すべきなり。獨逸製 D 日本製 H, V, 獨逸製 B, 日本製 R, の五種の硝子材料は他の五種の硝子材料に比較して着色程度は少きものなり。

この球部内面のアルカリ遊離の原因は主に硝子材料の性質によるものにして此の外製作の際球部内面に水分を附着し或は水銀中に水分を混有することに依るものなり。

球部内面に斯の如くアルカリを遊離するが故に毛細管孔内にも同様にアルカリを遊離することは明かなり。

本節の實驗にては平型體溫計の球部のみを用ひし

も温度計及び棒状體温計の場合も皆同様なり。

毛細管孔内及び球部内面にアルカリを遊離すれば従て示度の變化、水銀糸の切れ及び水銀糸昇降の障害となることは明かなることなり。故に温度計及び體温計の硝子材料は充分此の點に留意すること必要なり。

第九節

温度計體温計の經年變化 とアルカリ遊離との關係

大正十二年九月一日の關東大震災まで東京中央度量衡檢定所に於て使用したる1910年獨逸製七本組二重管温度計七本組とは -30° より $+30^{\circ}$ まで一本。 0° より 60° まで一本。 $0^{\circ}, 50^{\circ}$ より 110° まで一本。 $0^{\circ}, 100^{\circ}$ より 160° まで一本。 $0^{\circ}, 100^{\circ}, 150^{\circ}$ より 210° まで一本。 $0^{\circ}, 100^{\circ}, 200^{\circ}$ より 260° まで一本。 $0^{\circ}, 100^{\circ}, 250^{\circ}$ より 310° まで一本合計七本のことなり)最小目盛 $1/10$ 度のものはエナ 16^m 硝子製なりしが毎年水銀の上昇を來たし大正十二年に於ては下に示すが如き零點の上昇を起せり。

$-30^{\circ} \rightarrow +30^{\circ}$ のもの	0° の經年上昇殆んどなし
$0^{\circ} \rightarrow 50^{\circ}$ のもの	大正十年破損 0.05 の上昇
$0^{\circ}, 50^{\circ} \rightarrow 110^{\circ}$ のもの	大正十一年破損 $0^{\circ}.2$ の上昇
$0^{\circ}, 100^{\circ} \rightarrow 160^{\circ}$ のもの	$0^{\circ}.4$ の上昇
$0^{\circ}, 100^{\circ}, 150^{\circ} \rightarrow 210^{\circ}$ のもの	$0^{\circ}.6$ の上昇
$0^{\circ}, 100^{\circ}, 200^{\circ} \rightarrow 260^{\circ}$ のもの	$1^{\circ}.0$ の上昇
$0^{\circ}, 100^{\circ}, 250^{\circ} \rightarrow 310^{\circ}$ のもの	$1^{\circ}.8$ の上昇

而して零點の上昇の大なる温度計程硝子外管の内面に遊離せるアルカリの量多きことを認め居たり。

球部内面に遊離せるアルカリの量と水銀上昇の度数との關係 水銀球部硝子内面に遊離せるアルカリの量と水銀上昇の度数との關係を求むれば次の如し。

水銀球部の容積を	V
一度の容積を	v
水銀の膨脹係數を	$\beta=0.000182$
硝子の體膨脹係數を	$\alpha=0.000025$

とすれば

水銀の見掛の膨脹係數 γ は

$$\gamma = (\beta - \alpha) = 0.000157$$

故に

$$v = V \times \gamma = V \times 0.000157 = \frac{V \times 157}{10^6}$$

便誼上水銀球部を球と見て其の半徑を R とす。硝子壁より r の厚さにアルカリが遊離して球部の容積を減じたるものとす。

もとの水銀球部の容積は

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

遊離せるアルカリの容積は

$$\frac{4}{3} \pi \{R^3 - R - r^3\}$$

r は R に比して小なる故に r^2 及び r^3 の項を無視して

$$\frac{4}{3}\pi R^2 r$$

而して

$$r = \frac{V \times 157}{10^6} = \frac{\frac{4}{3}\pi R^3 \times 157}{10^6}$$

157 の代りに160を置くも2パーセントの差なる故に計算と結果との明瞭なるために以後160を以てこの157に代ふ。即ち

$$r = \frac{V \times 160}{10^6} = \frac{\frac{4}{3}\pi R^3 \times 16}{10^5}$$

若し遊離せるアルカリの容積が v に等しければ水銀の上昇は一度となり $\frac{v}{10}$ に等しければ $\frac{1}{10}$ 度の上昇を來す。

水銀の上昇の度数は

$$\frac{\text{遊離せるアルカリの容積}}{\text{一度の容積}} = \frac{\frac{4}{3}\pi R^2 r}{\frac{4}{3}\pi R^3 \times 16} = \frac{r \times 3 \times 10^5}{16R}$$

にて與へらる。分母子を約して

$$= \frac{r \times 3 \times 10^5}{16R}$$

此式に依り r が大となれば水銀上昇も大となり R が大となれば水銀上昇は小となる。即ち體溫計及び溫度計の球部の小なるもの程アルカリ遊離による水銀上昇は大なり。故に體溫計に於て0.3度の水銀上昇がアルカリの遊離のために起りたりとするも同じ硝子を用ひて球部の半径3倍の體溫計又は球部の半径3倍の温

度計を此の體溫計と同様に取扱ひ(體溫計に用ふる温度より高き温度に用ひず)たるものは0.1度の水銀の上昇をなすのみなり。

故にアルカリ遊離による水銀上昇を調査せんとせば水銀球部の大小を考へに入れざれば或る硝子のアルカリ遊離に依る水銀上昇何度と定むる事能はず。

一度の水銀上昇を起すための R と r との比を求むれば

$$\frac{r \times 3 \times 10^5}{R \times 16} = 1$$

$$\frac{R}{r} = \frac{3 \times 10^5}{16}$$

0.1度の水銀上昇を起すためには

$$\frac{R}{r} = \frac{3 \times 10^5 \times 10}{16} = \frac{3 \times 10^6}{16}$$

R を各種體溫計に付きて求むれば

英國製A	R=2.2	ミリメートル
日本製B	R=2.8	"
日本製N及びO	R=3.0	"
獨逸製B及びC	R=3.6	"

(體溫計の球部は圓筒形なる故に容積を直に上述の如く球に換算して R を出す時は表面積は實際より少なく換算され表面積によりて R を算出する時は容積は實際よりも大に換算される故に前者の場合には遊離アルカリの量は實際よりも少くても可なれども後者の場合には遊離アルカリの量が實際よりも多くなければ不可

なり。即ち嚴密にRに相當するものを出さんとせば前者及び後者の中間の或る値を取らねばならぬ)

今Rを3.0ミリメートルとして計算すれば一度の水銀上昇を起すために必要なるrは

$$\frac{R}{r} = \frac{3 \times 10^5}{16}$$

$$\frac{3}{r} = \frac{3 \times 10^5}{16}$$

$$r = \frac{16}{10^5} = 0.00016 \text{ m.m.} = 0.16 \text{ ミクロン}$$

遊離せるアルカリの容積は $\frac{4}{3}\pi R^2 r$ なる故に

$$R=3$$

$$r=0.00016$$

を代入して

$$\begin{aligned} \text{容積} &= \frac{4}{3}\pi R^2 r \\ &= 4\pi(3)^2 \times 0.00016 \text{ 立方ミリメートル} \\ &= 0.018 \text{ 立方ミリメートル} \\ &= 0.000018 \text{ 立方センチメートル} \end{aligned}$$

アルカリの比重を2として重量を求めれば

$$\text{重量} = 0.00004 \text{ グラム} = 0.04 \text{ ミリグラム}$$

0.1度の水銀上昇を起すためには上の数字の十分の一にて足る。即ち0.004ミリグラムなり。

故に一度の水銀上昇を起したる體温計に於ても其の水銀球部より遊離せるアルカリの重量を秤る事は甚だ困難なり。

重量を測定し經年上昇の中何度がアルカリ遊離のためなるかを見ることに就ては次ぎに述ぶる方法を考案せり。

水銀球部半径3ミリメートルなる球の容積は

$$\frac{4}{3}\pi(3)^3 = 115 \text{ 立方ミリメートル}$$

即ち115立方ミリメートル中に0.00004グラムのアルカリを遊離すれば一度の水銀上昇を起す。故に蒸溜水115立方ミリメートル中に0.00004グラムのアルカリを溶解しこれをフェノールフタリンにて着色して生じたる紅色の濃さは一度の水銀上昇に相當する濃さなり。故に115立方センチメートルの蒸溜水中に0.04グラム又は1150立方センチメートルの蒸溜水中に0.4グラムのアルカリを溶解してフェノールフタリンにて着色せる濃さは又同じ濃さを有す。次に此の着色されたる水溶液の10立方センチメートルを取り之を90立方センチメートルの蒸溜水にて稀釋したる紅色の濃さは即ち0.1度の水銀上昇を起すに相當する濃さなり。

	蒸溜水の量	アルカリの量
1度に對する濃さ	1150 c.c.	0.4 グラム
0.5度	2300 "	0.4 "
0.1度	11500 "	0.4 "

上述の方法にて豫め一定の濃さの標準着色液數種を作り置く時は

(1) 微量なる遊離アルカリの量を算出することを

得。

(2) 之れに相當する水銀上昇の度数を確める事を得。

現今の體溫計及び溫度計は經年變化の最も多き最初の三ヶ月を保留せるにより經年上昇の幾割がアルカリ遊離によるものなるかを定むるに困難を感じ居れどもアルカリ遊離の量を上述の標準と比較する時は 0.2 度又は 0.5 度に相當する量の遊離をなせるもの多々あり。

アルコール及びエーテル溫度計の場合 アルカリ遊離が示度上昇に及ぼす影響は水銀溫度計に於ては前述の如くなるがアルコール又はエーテル等の液體を封入したる溫度計に於ては影響異なれり。

アルコールの膨脹係數.....0.00103

硝子の體膨脹係數.....0.000025

アルコールの見掛けの膨脹係數.....0.001

故に一度の容積を v 、球部の容積を V とすれば

$$v = \frac{V}{1000} = \frac{\frac{4}{3}\pi R^3}{1000}$$

水銀溫度計及び體溫計の場合と同様に計算すれば示度上昇の度数は次式にて與へらる。

$$\frac{\text{遊離せるアルカリの容積}}{\text{一度の容積}} = \frac{\frac{4}{3}\pi 3R^2 r}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3r \times 1000}{R}$$

アルカリはアルコール及びエーテルに溶解せず。

故に $R=5$ ミリメートルとして計算すれば一度の上昇に相當するアルカリの厚さ r は

$$3r \times 1000 = 5$$

$$r = 0.0017 \text{ ミリメートル}$$

アルカリの容積

$$\frac{4}{3}\pi 3R^2 r = 4\pi \times 25 \times 0.0017$$

$$= 0.54 \text{ 立方ミリメートル}$$

$$= 0.00054 \text{ 立方センチメートル}$$

之れを水銀の場合に比較せば水銀の場合には一度に相當するアルカリの量は $R=5$ ミリメートルとすれば 0.08 立方ミリメートルなり。アルコールの場合には 0.54 立方ミリメートルなり。即ち同程度のアルカリ遊離ならば約七分の一だけ示度に影響あり。

而かもアルコールの場合には混有せる水分中にアルカリが溶解する故に示度の上昇を起さず。アルコール溫度計にては硝子面に常に水分が接するためアルカリの遊離することは水銀溫度計の場合より遙に多量なり。

然れども我國大多數のアルコール溫度計には液體としてアルコールを用ひず。而して其の使用せる液體にはアルカリは溶解せず。故にアルカリ遊離による示度の上昇は水銀溫度計及び體溫計の場合に比して約七分の一なり。而も使用される場合には水銀溫度計及體溫計の場合の如く正確を期するものにあらず。

エーテルの膨脹係數は 0.00166 なるが故にアルコールの場合より一層少き示度の上昇を起す。

故に液體封入の温度計に就きてはアルカリ遊離が示度上昇に及ぼす影響は殆んど考慮する必要なからん。

第十節

毛細管孔内のアルカリ

遊離による水銀の上昇

前節に於ては水銀球部にアルカリの遊離せるために生ずる水銀の上昇について説明せしが、本節に於ては毛細管孔内に遊離せるアルカリのために如何なる程度の水銀上昇を起すかを計算せるものなり。

R_1 を毛細管孔の半径

l を一度の長さ

とする時は一度に相當する毛細管孔の容積 v は

$$v = \pi R_1^2 l$$

r を以て遊離せるアルカリの厚さとすれば遊離せるアルカリの容積は

$$\begin{aligned} & \pi R_1^2 l - \pi(R_1 - r)^2 l \\ & = \pi R_1^2 l - \pi R_1^2 l + 2\pi R_1 r l - \pi r^2 l \end{aligned}$$

r は R_1 に比して小なる故 r^2 の項を無視して

$$= 2\pi R_1 r l$$

此の容積が何度に相當するかを見れば

$$\frac{2\pi R_1 r l}{\pi R_1^2 l} = \frac{2r}{R_1}$$

にて與へらる。此の式を見る時は

毛細管孔内にアルカリが遊離せるための水銀上昇は遊離せるアルカリの厚さの二倍に比例し毛細管孔の半径に逆比例す而して一度の長さ l には無關係なり。

毛細管孔の小なる精密温度計に於ては他のアルコール温度計又は一度目盛水銀温度計に比してアルカリ遊離による水銀の上昇大なり。

體温計及び精密温度計に於ては一度の長さ約 6 ミリメートルにて毛細管孔の半径は約 0.05 ミリメートルなるによりて此等の數字を用ひ

$$R_1 = 0.05$$

$$l = 6$$

とする時は一度の容積は

$$\pi(0.05)^2 \times 6 \text{ 立方ミリメートル}$$

なり。水銀球部を球と見て此の一度の容積を有する水銀球部の半径を R とすれば一度の容積 v は(前節より)

$$v = \frac{\frac{4}{3}\pi R^3 \times 16}{10^5}$$

故に

$$\pi(0.05)^2 \times 6 = \frac{\frac{4}{3}\pi R^3 \times 16}{10^5}$$

故に

$$R^3 = \frac{2250}{32}$$

$$R = 4.12 \text{ ミリメートル}$$

又前節によりて水銀球部の半径 $R=4.12$ ミリメートルなる球部に於て内壁にアルカリを遊離して0.1度の水銀上昇を起すために必要なアルカリの厚さ r は

$$\frac{R}{r} = \frac{3 \times 10^6}{16}$$

にて與へらる。 $R=4.12$ を用ひ

$$r = \frac{16 \times 4.12}{3 \times 10^6} = 0.0000159$$

$$= 0.000016 \text{ ミリメートル}$$

此の厚さ r だけを毛細管孔内壁にアルカリが遊離したるものとすれば、これによる水銀上昇は

$$\frac{2r}{R_1}$$

にて $R_1=0.05$ なる故に

$$\frac{2r}{R_1} = \frac{2 \times 0.000016}{0.05}$$

$$= 0.00064 \text{ 度}$$

即ち毛細管一度につき 0.00064 度の水銀上昇を起す。若し温度計が 0° より 100° までの通し目盛のものにて 0 度に於て水銀上昇が 0.1 度ありたる時は示度一度の所に於ては 0.10064 度の上昇を起し示度 10 度に於ては 0.1064 度の上昇を起す。即ち下に列挙するが如し。

示度	水銀上昇
0°	$0.^\circ 10 = 0.^\circ 10$
5°	$0.^\circ 1032 = 0.^\circ 10$
10°	$0.^\circ 1064 = 0.^\circ 11$
20°	$0.^\circ 1128 = 0.^\circ 11$
30°	$0.^\circ 1192 = 0.^\circ 12$
40°	$0.^\circ 1256 = 0.^\circ 13$
50°	$0.^\circ 1320 = 0.^\circ 13$
60°	$0.^\circ 1384 = 0.^\circ 14$
70°	$0.^\circ 1448 = 0.^\circ 14$
80°	$0.^\circ 1512 = 0.^\circ 15$
90°	$0.^\circ 1576 = 0.^\circ 16$
100°	$0.^\circ 1640 = 0.^\circ 16$

100 度に於ける水銀水昇の量は 0 度の量の六割増なり。

體温計にありては其の示度は 35 度より 42 度までなる故に 35 度以下のものによる水銀上昇に比して 3 パーセント内外なる故に目盛部の毛細管による水銀上昇は無視すること得。

毛細管の中間に水銀溜のある場合即ち温度計の長さを減じ又所要なる一部分の示度を精密に測るために毛細管の途中に水銀溜を設けたる此の種の温度計につきては少しく状態を異にせり。其の水銀溜の大きさは紡錘状なれ共今假に球と見て 0 度と 100 度の間に 80 度に相當する水銀溜の半径を R_2 とすれば

$$\frac{4}{3}\pi R_2^3 = 80v = 80 \frac{\frac{4}{3}\pi(4.12^3 \times 16)}{10^5}$$

$$R_2^3 = 0.9$$

$$R_2 = 0.965 \text{ ミリメートル}$$

0 度に於て 0.1 度の水銀上昇を起したる時に此の球にて起す水銀上昇は

$$\frac{\frac{4}{3}\pi R_2^3 - \frac{4}{3}\pi(R_2 - r)^3}{\text{一度の容積}} = \frac{\frac{4}{3}\pi 3R_2^2 r}{\frac{\frac{4}{3}\pi R^3 \times 16}{10^5}}$$

$$= \frac{3R_2^2 r}{\frac{R^3 \times 16}{10^5}}$$

度なり

R, R₂, r に前記の値を代入すれば

$$r = 0.000016 \text{ ミリメートル}$$

$$R = 4.12 \text{ ミリメートル}$$

$$R_2 = 0.965 \text{ ミリメートル}$$

$$\frac{3R_2^2 r}{\frac{R^3 \times 16}{10^5}} = 0.0039 \text{ 度}$$

80 度に相當する水銀溜内に遊離せるアルカリの量のために起る水銀上昇は水銀球による上昇の 4 パーセントなり。故に斯様なる水銀温度計に於ける 0 度の水銀上昇が 0.1 度の時には 20 度の毛細管部による上昇の度数 0.0128 度を加へて 100 度に於ける上昇は

$$0.1 + 0.0128 + 0.0039 = 0.1167 \text{ 度}$$

即ち 0°.12 にして二割増となる。

100 度以上が通し目盛となりて 200 度までの目盛を有する場合に 100 度以上の示度に於ける水銀上昇を計算すれば次の如し。

示度	水銀上昇
0°.....	0°.10 = 0°.10
100°.....	0°.1167 = 0°.12
110°.....	0°.1231 = 0°.12
120°.....	0°.1295 = 0°.13
130°.....	0°.1359 = 0°.14
140°.....	0°.1423 = 0°.14
150°.....	0°.1487 = 0°.15
160°.....	0°.1551 = 0°.16
170°.....	0°.1615 = 0°.16
180°.....	0°.1679 = 0°.17
190°.....	0°.1743 = 0°.17
200°.....	0°.1807 = 0°.18

200 度に於ては 0 度の八割の増加となる。

100 度と 200 度との間に又水銀溜ありて 200 度より 300 度まで通し目盛を有する温度計に就ては其水銀溜の大きさは 0 度と 100 度との間にあるものと同じ大きさと見れば其のために起る水銀上昇は 0.0039 度にして 20 度の毛細管の影響と合して

示度	水銀上昇
0°.....	0°.10 = 0°.10
100°.....	0°.1167 = 0°.12

200°.....	0.°1334=0.°13
210°.....	0.°1398=0.°14
220°.....	0.°1462=0.°15
230°.....	0.°1526=0.°15
240°.....	0.°1590=0.°16
250°.....	0.°1654=0.°17
260°.....	0.°1718=0.°17
270°.....	0.°1782=0.°18
280°.....	0.°1846=0.°18
290°.....	0.°1910=0.°19
300°.....	0.°1974=0.°20

300 度に於ては10割増となる。

0 度と35度との間に水銀溜ありて35度より45度まで通し目盛のものは0度の水銀上昇を0.°1とし水銀溜の大きさを30度の容積とし水銀溜の半径をR₃とすれば

$$\frac{4}{3}\pi R_3^3 = 30v = 30 \times \frac{4}{3}\pi (4.12)^3 \times 16$$

$$R_3^3 = 0.36 \quad R_3 = 0.712 \text{ ミリメートル}$$

此の水銀溜のために起る水銀上昇は

$$\frac{\frac{4}{3}\pi R_3^3 - \frac{4}{3}\pi (R_3 - r)^3}{\text{一度の容積}}$$

$$= \frac{\frac{4}{3}\pi 3R_3^2 r}{\frac{4}{3}\pi R_3^3 \times 16} = 0.0014 \text{ 度}$$

5 度の毛細管による水銀上昇は0.°0032にしてこれを加算する時の35度に於ける上昇は

0.1+0.0014+0.0032=0.1046度
となる。各示度の水銀上昇を計算すれば

示度	水銀上昇
0°.....	0.°10 = 0.°100
35°.....	0.°1046 = 0.°105
36°.....	0.°1052 = 0.°106
37°.....	0.°1059 = 0.°106
38°.....	0.°1065 = 0.°107
39°.....	0.°1072 = 0.°107
40°.....	0.°1078 = 0.°108
41°.....	0.°1084 = 0.°108
42°.....	0.°1091 = 0.°109
43°.....	0.°1097 = 0.°110
44°.....	0.°1104 = 0.°110
45°.....	0.°1110 = 0.°111

45度に於ては一割一分の増加となる。

上記の如く、毛細管孔の半径、水銀球部の半径及び水銀溜部の半径を測れば其の零度に於ける水銀上昇の量より、各示度に於ける上昇の量を算出することを得。而して毛細管孔の半径及び水銀球部の半径は第三章に述べたる方法にて温度計を破壊する事なくして知る事を得。

第十一節

硝子の收縮による水銀上昇とアルカリ遊離による水銀上昇とを見分ける法

本章第九節及び第十節に於てアルカリ遊離のために起る水銀の上昇を述べしが硝子の收縮によりて起る水銀の上昇普通に經年變化と稱するもの(の原因と考へられ居るもの)との間に如何なる差異があるかにつきて述べんとす。

硝子の收縮する場合には水銀球部の收縮及び毛細管の收縮も殆んど同率なり。水銀球部は第九節及び第十節同様球と見做して其の半徑をRとし毛細管孔の半徑をR₁とし、0度に於て0.1度の水銀上昇を起すためにRがrだけ收縮したるものとすればrの値は(第九節及び第十節同様)

$$r = \frac{16 \times R}{3 \times 10^6}$$

にて與へらる。rだけ收縮したる場合に生ずる水銀上昇の度数は

$$\frac{r \times 3 \times 10^5}{R \times 16} \dots \dots \dots (1)$$

にて與へらる。毛細管孔の半徑R₁がr₁だけ收縮して起る水銀上昇の度数は一度の毛細管につきて前節同様にして

$$\frac{2r_1}{R_1} \dots \dots \dots (2)$$

にて與へらる。(1)及び(2)式に於てrとR、r₁とR₁とは各獨立のものならずして同一硝子にて作りし場合ならば硝子の收縮に於てr/R及びr₁/R₁が一定の値を有するものなる故に第九節及第十節に於て述べしが如き水銀球部の大小によつて水銀の上昇異なる事なく又毛細管孔の半徑の大小によりて毛細管による水銀上昇の度數に變化なし。此の事はアルカリ遊離による水銀上昇と硝子の收縮による水銀上昇とを區別し得る大切なる性質なりとす。

水銀温度計數種を同一硝子にて製作する時は温度計の球部の大小毛細管孔の半徑の大小等には無關係にて同一度數の水銀上昇を起すべし。

之に反してアルカリ遊離による時は

同一硝子にて製作したる水銀温度計にありても水銀上昇の度數は水銀球部の半徑に逆比例し又毛細管孔の半徑に逆比例す。

(1)式のRを前節同様4.12ミリメートルとしてrを計算すれば

$$r = 0.000016 \text{ ミリメートル}$$

を得。4.12ミリメートルのものが0.000016ミリメートルだけ收縮したる故に毛細管孔の半徑R₁=0.05ミリメートルのものが同率の收縮をしたる時のr₁の量は

$$r = R_1 \times \frac{r}{R} = 0.05 \times \frac{0.000016}{4.12}$$

$$= \frac{1.5}{10^7} \text{ミリメートル}$$

となる。一度間の毛細管孔の半径 R_1 が r_1 だけ収縮して起る水銀上昇は

$$\frac{2r_1}{R_1}$$

なる故に r_1, R_1 の値を入れて

$$\frac{2r_1}{R_1} = \frac{2 \times 1.5}{0.05 \times 10^7} = 0.000006 \text{ 度}$$

を得。

若し温度計が 0 度より 100 度までの通し目盛のものにて 0 度に於て水銀上昇が 0.1 度ありたる時は毛細管の一度間に於ては 0.000006 度の上昇を起す。即ち次に列記するが如し。

示度	水銀上昇
0°.....	0.°10000 = 0.°10
5°.....	0.°10003 = 0.°10
10°.....	0.°10006 = 0.°10
20°.....	0.°10012 = 0.°10
30°.....	0.°10018 = 0.°10
40°.....	0.°10024 = 0.°10
50°.....	0.°10030 = 0.°10
60°.....	0.°10036 = 0.°10
70°.....	0.°10042 = 0.°10
80°.....	0.°10048 = 0.°10
90°.....	0.°10054 = 0.°10

$$100^\circ \dots\dots\dots 0.^\circ 10060 = 0.^\circ 10$$

100 度に於ては僅か 0.6 パーセントの増加に過ぎず。此をアルカリ遊離による水銀上昇の 6 割の増加に比ぶれば百分一の影響を有するのみなり。

毛細管中に水銀溜のある場合には前節と同じ大きさを有するものとして計算すれば 0 度に於て 0.1 度の水銀上昇を起したる時は水銀溜の半径 $R_2 = 0.965$ なるが故に R_2 の収縮したる量 r_2 は

$$r_2 = R_2 \times \frac{r}{R} = 0.965 \times \frac{0.000016}{4.12}$$

なり。此の水銀溜の収縮によりて起る水銀の上昇の度数は前節同様にて

$$\frac{3R_2^2 r_2}{R^3 \times 16} = \frac{10^5}{10^5}$$

度なり。 R_1, R_2, r_2 の値を代入して
= 0.00072 度

を得。 20 度間の毛細管による水銀上昇は 0.°00012 なる故に 100 度に於ては

$$0.1 + 0.00072 + 0.00012 = 0.10084 \text{ 度}$$

なり。 100 度より 200 度までが通し目盛なる時の各示度に於ける水銀上昇の度数は

示度	水銀上昇
0°.....	0.°10 = 0.°10
100°.....	0.°10084 = 0.°10
110°.....	0.°10090 = 0.°10

120°	.....0.°10096=0.°10
130°	.....0.°10102=0.°10
140°	.....0.°10108=0.°10
150°	.....0.°10114=0.°10
160°	.....0.°10120=0.°10
170°	.....0.°10126=0.°10
180°	.....0.°10132=0.°10
190°	.....0.°10138=0.°10
200°	.....0.°10144=0.°10

アルカリの遊離による場合には八割の増加となりたれ共硝子の收縮の場合には1.4パーセントに過ぎず。

0度と100度との間及び100度と200度との間に水銀溜を有し200度より300度まで通し目盛を有する温度計につきては前節と同じ大きさのものをを用ふれば各示度に於ける水銀上昇の度数は

示度	水銀上昇
0°	.....0.°10 =0.°10
100°	.....0.°10084=0.°10
200°	.....0.°10168=0.°10
210°	.....0.°10174=0.°10
220°	.....0.°10180=0.°10
230°	.....0.°10186=0.°10
240°	.....0.°10192=0.°10
250°	.....0.°10198=0.°10
260°	.....0.°10204=0.°10
270°	.....0.°10210=0.°10

280°	.....0.°10216=0.°10
290°	.....0.°10222=0.°10
300°	.....0.°10228=0.°10

アルカリ遊離の場合には十割の増加なりしも此の場合には2パーセントの増加に止まる。

故に温度計に經年變化を生じ水銀上昇を起したる場合にこの原因は硝子の收縮によるものなるか又はアルカリ遊離によるものなるかを見分くるには、零點の水銀上昇及び各示度に於ける水銀上昇を調査し、各示度に於ける上昇が零點に於ける上昇と等しき時は硝子の收縮によるものなりと判断することを得れ共前節に示す如き示度の増す毎に水銀上昇の量が増加する時は此れ明かに硝子の收縮のみにあらずしてアルカリ遊離によるものゝ存在することを知る。

毛細管孔及び水銀球部等の大きさを測る時は水銀上昇の全部がアルカリ遊離によるものなるかをも確むる事を得ん。

第十二節

經年變化と温度計使用回数との關係

同一硝子を以て製作したる温度計に於て、それを使用せず放置せるものと、氣温より高き温度に屢々曝したるものとの間には經年變化に如何なる差異が生ずるかに就て調査せられたる報告を見ず書籍“Jena glass”中に

は氣温中に放置したるものと高き温度に曝したるもの
 とにては別種の硝子を用ひたるものを別々に掲げあり

大正十二年十月八日柏木製作所に於て製作したる
 體温計檢定用標準温度計の一半を中央度量衡檢定所に
 於て以後引續き休日を除く外殆んど連日使用し居り、他
 の一半は柏木製作所に於て日常使用せず、二三ヶ月毎
 に各示度の器差を附し居たり。今日迄に約500日を経過
 せる故に此等兩者の間に如何なる器差の變化(經年變化)
 の存するかを調査せり。

硝子より遊離するアルカリの量は其の曝される温
 度の高き程多き事はよく知られたる事實なり。然れど
 も硝子の收縮が其の曝される温度の高き程甚だしと云
 ふ調査のある事を聞かず。本節及び次節を見る時は經
 年變化の大部分はアルカリの遊離に依るものならんと
 思考せらる。

次に示す處の比較表を見る時は温度計の經年變化
 の量は硝子の性質に依る事勿論なれども使用状態によ
 りて大なる差異の生ずる事を知る。即ち經年變化何度
 の硝子等の語を使用する事は不可なり。

連日使用せるものノ器差表

番 號	示 度 檢 査 日	示 度								經年變 化の平 均
		35	36	37	38	39	40	41	42	
17	12年10月	+0.20	+0.15	+0.15	+0.13	+0.12	+0.08	+0.09	+0.12	0.000
	11月27日	+0.13	+0.13	+0.12	+0.10	+0.06	+0.04	+0.03	+0.03	0.050
	13年 1月17日	+0.13	+0.12	+0.11	+0.08	+0.06	+0.03	+0.02	+0.06	0.054
	2月19日	+0.14	+0.12	+0.10	+0.09	+0.07	+0.04	+0.04	+0.05	0.050

	4月 4日	+0.13	+0.10	+0.09	+0.07	+0.07	+0.05	+0.00	+0.05	0.060
	6月 6日	+0.13	+0.12	+0.10	+0.08	+0.07	+0.08	+0.08	+0.09	0.036
	8月22日	+0.13	+0.11	+0.08	+0.07	+0.05	+0.07	+0.06	+0.07	0.050
	11月 4日	+0.12	+0.08	+0.07	+0.05	+0.07	+0.02	+0.02	+0.04	0.070
	14年 2月 5日	+0.08	+0.06	+0.04	+0.04	-0.01	-0.01	-0.01	+0.02	0.103
18	12年10月	+0.20	+0.16	+0.15	+0.14	+0.13	+0.08	+0.07	+0.08	0.000
	13年 1月10日	+0.14	+0.12	+0.11	+0.10	+0.09	+0.06	+0.05	+0.04	0.033
	3月12日	+0.15	+0.13	+0.10	+0.10	+0.07	+0.03	+0.04	+0.02	0.046
	6月 6日	+0.15	+0.13	+0.11	+0.09	+0.10	+0.09	+0.09	+0.07	0.024
	8月22日	+0.16	+0.12	+0.10	+0.10	+0.07	+0.08	+0.06	+0.06	0.033
	11月14日	+0.16	+0.10	+0.08	+0.07	+0.05	+0.03	+0.03	+0.01	0.060
14年 2月 5日	+0.12	+0.08	+0.06	+0.07	+0.03	+0.04	+0.06	+0.00	0.074	
23	12年10月	+0.20	+0.15	+0.15	+0.12	+0.08	+0.05	+0.06	+0.10	0.000
	13年 1月10日	+0.16	+0.11	+0.10	+0.07	+0.05	+0.03	+0.02	+0.05	0.040
	3月12日	+0.15	+0.11	+0.09	+0.08	+0.06	+0.02	+0.04	+0.06	0.038
	6月 6日	+0.14	+0.12	+0.11	+0.07	+0.06	+0.07	+0.09	+0.10	0.020
	8月22日	+0.16	+0.11	+0.08	+0.07	+0.05	+0.07	+0.07	+0.07	0.030
	11月14日	+0.15	+0.10	+0.07	+0.05	+0.01	+0.01	+0.03	+0.05	0.055
14年 2月 5日	+0.11	+0.08	+0.05	+0.04	+0.00	-0.01	+0.01	+0.03	0.075	
27	12年10月	+0.19	+0.15	+0.15	+0.15	+0.12	+0.08	+0.08	+0.08	0.000
	13年 1月10日	+0.13	+0.11	+0.11	+0.10	+0.09	+0.07	+0.04	+0.03	0.040
	2月19日	+0.14	+0.13	+0.12	+0.11	+0.11	+0.07	+0.05	+0.04	0.030
	4月 4日	+0.13	+0.10	+0.09	+0.09	+0.09	+0.06	+0.04	+0.02	0.048
	6月 6日	+0.13	+0.12	+0.10	+0.09	+0.07	+0.09	+0.07	+0.06	0.030
	8月22日	+0.14	+0.12	+0.09	+0.09	+0.07	+0.09	+0.07	+0.04	0.036
11月 4日	+0.12	+0.10	+0.10	+0.08	+0.05	+0.04	+0.04	+0.01	0.056	
14年 2月 5日	+0.09	+0.08	+0.06	+0.06	+0.03	+0.04	+0.02	-0.01	0.079	